

ÉTUDE COMPARÉE  
DE LA  
SPERMATOGENÈSE  
CHEZ LES ARTHROPODES.

PAR

G. GILSON

PROFESSEUR D'EMBRYOLOGIE A L'UNIVERSITÉ CATHOLIQUE  
DE LOUVAIN.

(*SUITE.*)

(Mémoire déposé le 1 mai 1886.)



## INTRODUCTION

### Édriophthalmes (*suite*) (1).

Les données que nous possédions sur la spermatogénèse des édriophthalmes à l'époque où nous livrâmes à l'impression la première partie de ce mémoire, étaient fort incomplètes. Nous l'avons fait remarquer nous-même, tout en émettant le vœu de voir nos recherches reprises et complétées. Si nous nous sommes décidés alors à les publier sans plus tarder, c'est qu'un intérêt tout particulier s'attachait aux faits étranges et nouveaux que ce prélude à des observations plus suivies nous avait dès lors révélés. Le même motif nous a poussé à continuer dans cette voie des recherches qui nous permettent aujourd'hui de donner à cette étude rudimentaire un premier complément.

---

(1) Lors de notre première publication nous n'avions point connaissance de la dissertation de DE LA VALETTE-S<sup>t</sup>GEORGE sur les isopodes (2). Le savant professeur de Bonn a bien voulu nous en faire l'envoi.

Nous y trouvons un certain nombre de figures ayant trait aux cellules épithéliales du canal déférent (vésicule séminale), ainsi qu'au développement des spermatozoïdes. Le texte en rapport avec ces figures n'est pas très détaillé. Il nous apprend qu'on trouve dans le testicule des spermatogones ou cellules-mères, des amas de spermatocytes ou spermatogonies et des faisceaux de spermatozoïdes plus ou moins développés. La formation de ces derniers y est succinctement décrite : la transformation de la cellule spermatique en spermatozoïde se fait de telle manière que « la partie supérieure » de ce dernier dérive du noyau et le filament du protoplasme. A cette partie supérieure apparaît un corps arrondi relié par un fil flexible à l'extrémité rigide du filament spermatique. Ce fil s'allonge et par suite le corps arrondi s'éloigne du spermatozoïde même ; ce corps finit par disparaître. Alors le spermatozoïde a la forme d'un fouet ; mais plus tard le filament flexible disparaît aussi.

Cette description est un peu vague, elle ne nous apprend ni la valeur cytologique, ni les processus intimes de la genèse et du développement des formations diverses représentées dans la planche II de ce travail.

De plus, puisque nous avons constaté que la segmentation binaire seule se produit parmi les métrocytes des édriophthalmes, nous pensons que les amas accidentels de cellules spermatiques que l'on peut rencontrer ne peuvent recevoir la dénomination de spermatogonies prises dans le sens que DE LA VALETTE attribue à ce mot dans ses publications précédentes.

Le « corpus rotundum » relié à l'extrémité supérieure du spermatozoïde ne peut être que le noyau spermatique en voie d'étirement, entouré d'un peu de protoplasme. Le fil qui le suspend, c'est le flagellum nucléinien qui sort de ce noyau ; c'est la tête du spermatozoïde. Il ne disparaît nullement.

Ajoutons enfin qu'il n'est fait mention dans cette description ni du plasmodium pariétal, ni de ses étranges noyaux allongés.

(2) Sacram Memoriam serenissimi, etc., Bonnæ, die III mensis augusti anni 1883.

*Méthode.*

Nous avons dans nos précédentes recherches employé presque exclusivement la méthode de la dissociation dans le vert de méthyle suivie de la fixation par l'acide osmique gazeux. Ce procédé propice à la conservation du protoplasme et du noyau est peu favorable à l'étude des rapports des éléments, dont la connaissance est souvent indispensable dans les recherches génétiques. L'examen de testicules entiers et débités en coupes nous avait toujours paru plus nécessaire ici que dans tous les autres groupes d'arthropodes. Mais les méthodes habituelles adaptées à ce mode de préparation, nous paraissaient défectueuses, soit parce qu'elles altéraient les noyaux, soit parce qu'elles étaient nuisibles à la conservation du protoplasme, ou au maintien des rapports naturels des cellules, soit enfin parce qu'elles diminuaient le pouvoir électif des matières colorantes.

De plus, la fragilité des objets et les difficultés que nous éprouvions, nous faisaient désirer pour l'ensemble de nos recherches des méthodes plus délicates.

Nous avons donc entrepris sur différents corps une série d'essais qui nous ont conduit à l'emploi de l'anhydride sulfureux.

Ce réactif est encore à l'étude dans notre laboratoire; mais dès maintenant nous pensons qu'il est parfaitement adapté à l'étude du noyau.

Nous l'appliquons tantôt à l'état gazeux, tantôt en solution.

Dans le premier cas nous retournons le slide portant la préparation fraîche additionnée de vert de méthyle sur le goulot d'un flacon renfermant une solution alcoolique d'anhydride sulfureux.

L'action est prolongée jusqu'à décoloration complète du vert de méthyle.

Appliqué de cette manière, ce gaz a pour effet :

1° De tuer instantanément les cellules, à part certaines cellules à membrane épaisse et réfractaire tels que les œufs des vers (ascarides, cestodes) qui résistent un peu plus longtemps;

2° De n'altérer nullement l'action subséquente du vert de méthyle;

3° De conserver les corps nucléiniens dans l'intégrité de leur forme;

4° Enfin de faire apparaître ces corps avec une évidence toute particulière.

Ces avantages en rendent l'usage bien préférable à celui de l'acide osmique pour l'étude intime du noyau. Son action est du reste toute différente. L'acide osmique est avant tout un fixateur; il n'est pas sans provoquer



l'absorption des matières colorantes par le protoplasme; de plus il opacifie toujours plus ou moins ce dernier même quand la durée de son action n'a pas été exagérée.

Il en résulte que les corps nucléiniens se trouvent souvent à demi masqués, surtout dans les noyaux riches en caryoplasme. L'anhydride sulfureux; au contraire, éclaircit le protoplasme et dégage les corps nucléiniens. Il ne paraît fixer que ces derniers.

En somme son action ne diffère pas essentiellement de celle des acides dilués en général. En effet, on sait que la nucléine est insoluble dans ces derniers. D'autre part, beaucoup d'entre eux et surtout l'acide sulfurique éclaircissent certains protoplasmes en les gonflant plus ou moins. L'application directe de ce dernier acide très dilué, donne des résultats analogues à ceux de l'anhydride sulfureux, mais elle a l'inconvénient de produire souvent des vacuoles et de désorganiser rapidement la cellule. L'anhydride sulfureux paraît devoir la délicatesse de son action à son état physique de gaz très diffusible qui lui permet de pénétrer dans la cellule sans en produire la plasmolyse. Ce qui le prouve, c'est que sa solution aqueuse, même fraîchement préparée et ne renfermant encore que des traces d'acide sulfurique a les mêmes inconvénients que l'eau acidulée de ce dernier.

D'autres acides volatils nous ont donné de moins bons résultats : les acides chlorhydrique et nitrique sont nuisibles à l'action du vert de méthyle. L'acide acétique glacial en vapeur produit trop rapidement un gonflement considérable du protoplasme. Présentement l'anhydride sulfureux reste donc à nos yeux le plus utile des agents auxquels on puisse recourir dans l'étude des corps nucléiniens.

L'évidence particulière qu'il donne à ces corps, tout en les fixant dans leur forme, résulte sans doute de la légère tuméfaction qu'il fait subir au protoplasme. Cette action, liée à son principal avantage constitue un inconvénient au point de vue de la conservation des préparations. Elle entraîne la nécessité de l'étude immédiate des objets frais. Mais il est à noter que cette étude est d'absolue nécessité en cytologie; et il se démontre de plus en plus que certaines erreurs qui ont eu cours dans la science n'ont du leur vogue qu'à l'inobservance presque générale de cette règle élémentaire. A l'institut cytologique de Louvain l'examen des objets frais, simplement colorés par le vert de méthyle ou faiblement fixés, est le contrôle obligé des résultats obtenus par toutes les autres méthodes.

Voici pourquoi :

1° cette méthode appliquée sous le microscope aux cellules vivantes observées dans leur milieu naturel, ne produit aucune altération qui puisse devenir une source d'erreur;

2° elle a sur le simple examen des cellules vivantes le grand avantage de fournir les premières indications précises sur la nature chimique et sur l'état physique des principaux éléments de la cellule :

a) l'élément nucléinien, déjà visible et observable, sur le vivant, devient plus distinct tout en gardant sa forme;

b) de plus, grâce à la coloration qu'il prend, il se différencie nettement des autres corps, privés de nucléine, que peut renfermer le noyau.

c) le réticulum plasmatique, visible aussi sur le vivant, devient plus apparent;

d) Enfin, certaines vacuoles qui dans le plasma naturel, ou dans les divers sérums en usage (1), ne se différencient pas bien des enclaves solides cessent de cacher leur véritable nature (point très important dans l'étude de la spermatogénèse).

Néanmoins nous avons cherché en modifiant notre méthode à profiter des avantages de l'anhydride sulfureux tout en conservant les préparations. Une des modifications qui nous ont rendu le plus de services consiste à unir l'action de la vapeur d'alcool à celle de l'anhydride sulfureux. A cet effet nous renversons le slide portant la préparation fraîche, additionnée de vert de méthyle sur le goulot d'un ballon dans lequel une solution d'anhydride sulfureux dans l'alcool absolu est soumise à une ébullition ménagée. Un ballon dont le col est muni d'une tubulure latérale est très commode pour cette opération; la vapeur peut se dégager par cette tubulure pendant que le slide ferme l'ouverture du goulot principal; elle peut ainsi être conduite à l'extérieur du laboratoire, et l'opérateur s'en évite le contact irritant.

Il n'est point difficile d'imaginer des expédients adaptés au traitement des objets *in globo*; souvent nous disposons un petit cover comme un

---

(1) Sans nier d'une manière absolue l'utilité de ces solutions, nous nous permettons de déclarer qu'elle est à nos yeux assez restreinte. Avant tout parcequ'elles méritent très rarement le nom de « liquide indifférent » dont on les décore. Il n'y a pour nous de liquide vraiment indifférent que le plasma qui baigne les cellules dans l'individu même d'où on les extrait. Ensuite parceque la possession de notre méthode de contrôle rend très souvent l'observation sur le vivant inutile à celui qui possède la pratique d'un genre donné de cellules. Dans le cas d'une observation exceptionnellement délicate, ce n'est pas à ces sérums qu'il faut recourir, c'est au plasma naturel, du même individu, tenant en solution du vert de méthyle, du brun Bismark ou d'autres matières colorantes en proportion minime.

plateau de balance, en y fixant trois fils avec du collodion. Nous le suspendons au moyen d'une épingle à la face inférieure d'un bouchon destiné à fermer le goulot principal, par lequel nous introduisons ce système dans le ballon après avoir disposé l'objet sur le cover. Nous le maintenons dans les vapeurs pendant quelques minutes. Enfin pour les objets entiers nous appliquons encore la solution alcoolique elle-même. Ce liquide se prépare en faisant passer un courant de gaz  $\text{SO}_2$  bien sec à travers l'alcool absolu refroidi. Maintenu dans un vase contenant de l'eau en un lieu frais et à l'abri de la lumière cette solution se conserve assez longtemps.

Nous l'employons comme suit : l'organe est disséqué et extirpé soit à sec, soit dans un bain de vert de méthyle, liquide qui ne produit pas d'altérations, si son action n'est pas trop prolongée. Il est ensuite débarrassé autant que possible au moyen de papier buvard, de tous les liquides qui peuvent le baigner puis plongés brusquement dans la solution sulfureuse. Il y est maintenu un temps qui varie de deux à dix minutes, suivant sa dimension. S'il est trop volumineux, on y fait des incisions après quelques minutes d'immersion, et on le replonge ensuite dans le réactif.

La fixation étant jugée complète, l'objet est retiré du liquide alcoolique, placé dans un alcool faible (en dessous de  $60^\circ$ ) pendant un temps très court, puis dans la solution acide de vert de méthyle. Celui-ci se décolore sous l'action de l'anhydride sulfureux; aussi ne juge-t-on le lavage complet qu'au moment où la pièce commence à se colorer.

Si l'objet est destiné à être conservé dans son intégrité, il est alors monté dans une des solutions glycinées en usage dans notre laboratoire et qui contiennent un mélange à parties égales d'eau et de glycérine additionné de quelques gouttes d'acide acétique ou formique et d'une faible proportion d'un agent styptique tel que le benzoate de soude, l'alcool, le phénol, le thymol, le tannin (en faible proportion) ou l'hydrate de chloral. Il est à remarquer que ces diverses solutions ne s'emploient pas indifféremment; leur choix doit être adapté aux divers objets et guidé par l'expérience.

Voici la formule de celle dont nous avons le plus fréquemment fait usage.

Glycérine	.	.	.	50 grs.
Eau	.	.	.	50 grs.
Acide acétique fort	.	.	.	10 grs.
Benzoate de soude	.	.	.	20 ctgr.

Si l'on désire un liquide possédant un indice de réfraction plus élevé, on augmente la proportion de glycérine.

Fixés par l'alcool sulfureux seul, les objets ordinaires ne résistent pas très bien à l'action défavorable de l'enrobage à la paraffine. Mais nous avons retiré grand avantage de l'application de ce réactif précédant l'action durcissante des solutions mercuriques. Les objets que nous destinons au microtome y sont toujours baignés de deux à dix minutes, puis maintenus pendant vingt minutes dans la solution mercurique dont la formule est indiquée dans notre première communication (1).

En général, nous montons nos coupes dans la solution glycinée ou dans celle de RIPART et PETIT. Le baume de Canada et les autres résines sont de détestables médiums pour la plupart des recherches cytologiques.

Le fixatif de SCHÄLLIBAUM au collodion et à l'essence de girofle dont l'usage est si répandu aujourd'hui, nous paraît le plus pratique de tous. Il permet de revenir aux solutions aqueuses après la coupe à la paraffine, pourvu qu'on ait soin de passer par une série de dissolvants intermédiaires entre la térébenthine et l'eau. Il est nécessaire aussi de n'appliquer qu'une très faible couche de fixatif et de l'enlever autant que possible avec le doigt ou avec du papier pendant que la paraffine des tranches est en fusion sur le porte-objets chauffé, et avant de laver celui-ci à la térébenthine ou au chloroforme. Malgré ces précautions, il reste encore dans la préparation quelques grumeaux de collodion, mais leur présence est rarement un inconvénient sérieux et ne déplaîra qu'aux fabricants de préparations à l'usage des amateurs.

Il est parfois utile de rafraîchir les coupes en les exposant aux vapeurs d'acide acétique glacial pendant quelques minutes avant de les colorer.

Une dernière observation que nous avons faite au cours de nos recherches : dans l'étude des *petits objets*, auxquels notre méthode s'adapte bien, il est utile d'opérer rapidement, et d'enrober et couper aussitôt après la fixation. Un séjour dans l'alcool ordinaire ou dans tout autre liquide est défavorable à leur conservation.

Dans certains cas particuliers nous avons encore utilisé d'autres procédés techniques; nous aurons l'occasion de les indiquer plus tard.

Diverses espèces d'édriophthalmes, indigènes et exotiques, ont fait l'objet de ces nouvelles recherches. Nous ferons séparément l'étude de quelques-unes d'entre elles.

---

(1) Voir p. 57.



## ISOPODES.

*Asellus aquaticus.*

## Première étape.

La plus grande difficulté des recherches génétiques est de reconnaître le point de départ, l'origine première des formations qu'on a sous les yeux. Nous l'avons éprouvé constamment en étudiant l'évolution des métrocytes, principalement chez les crustacés. Bien souvent, dans ce groupe d'arthropodes, nous avons dû nous borner à l'étude du groupe de cellules qui engendre la masse de spermatozoïdes de la saison prochaine, sans pouvoir remonter plus haut dans l'histoire des éléments testiculaires.

C'est le cas chez l'*Asellus*. Nous croyons trouver les éléments générateurs des spermatozoïdes de cet isopode dans les grandes cellules qui tapissent la partie supérieure des trois cæcums de la FIG. 359.

Une de ces cellules est représentée, FIG. 360, sous un plus fort grossissement (1/12 4). Elle possède un protoplasme très granuleux, parsemé d'enclaves albuminoïdes.

Le noyau présente une structure que l'on retrouve souvent chez les crustacés : il contient généralement un gros nucléole qui, tantôt se colore bien par le vert de méthyle, tantôt n'en reçoit qu'une teinte très faible. Il est souvent vésiculeux et vide, et présente parfois des cordons internes. Bien que nous ne l'ayons point soumis à la digestion, ni à l'action des dissolvants de la nucléine, ce corps nous paraît être un nucléole mixte, plus ou moins riche en nucléine.

L'élément nucléinien, que le vert de méthyle colore fortement, apparaît sous forme de nombreux corpuscules irréguliers. Ces granules sont-ils parfaitement isolés, et représentent-ils ainsi autant de nucléoles nucléiniens de minime dimension; ou bien sont-ils unis par des restes plastiniens du filament dont la fragmentation, selon toute apparence, leur a donné naissance? Le grand nombre de ces corpuscules et la présence du caryoplasma nous a empêché de décider cette question. Nous y reviendrons plus tard. Ces cellules sont disposées dans les cæcums en une seule couche épithéliale.

Dans le testicule de la FIG. 371, cette couche est interrompue, vers la partie moyenne des cæcums, par une plage de cellules plus petites et d'aspect différent. La plupart d'entre elles présentent l'élément nucléinien à l'état filamenteux; quelques-unes sont en cinèse. D'autres, au contraire, possèdent un noyau semblable à celui des grandes cellules.

Il est de toute évidence pour nous que ces petites cellules dérivent de grandes cellules, semblables à leurs voisines, qui primitivement occupaient la plage de prolifération enclavée dans l'épithélium. Cette prolifération des grandes cellules est à ses débuts dans le cæcum inférieur; elle est poussée plus loin dans le supérieur, et surtout dans le moyen.

Nous avons recueilli quelques indications sur le mode de la première division des cellules pariétales. Cette division paraît se faire le plus souvent par voie directe, ou par sténose (1); divers motifs nous l'indiquent.

C'est d'abord la présence de noyaux étranglés, marquant les différents stades de ce mode de division nucléaire, depuis le simple sillon superficiel jusqu'à l'étranglement qui entame profondément le noyau, et qui amène la séparation complète des deux moitiés en noyaux libres.

D'autre part, l'étude de la constitution intime de ces noyaux et des modifications qu'ils subissent, nous conduit à la même conclusion. L'état ordinaire de fragmentation, apparente ou réelle, de l'élément nucléinien constitue le trait caractéristique de leur structure. Or, cette particularité persiste dans les noyaux en étranglement, et elle se retrouve encore dans les noyaux plus petits des cellules binucléées.

L'élément nucléinien paraît donc ne subir aucune modification pendant la division nucléaire; la sténose seule peut expliquer une semblable diérèse, car la cinèse comprend un remaniement complet du noyau.

Toutefois nous nous garderons de poser en fait que la première division, subie par les cellules pariétales, soit sans exception une sténose. Nous avons vu en effet des noyaux, égalant en dimension celui des cellules pariétales primitives, présenter les modifications de l'élément nucléinien qui constituent le prélude de la caryocinèse.

Ces modifications consistent dans la reconstitution du filament nucléinien, phénomène qui peut être suivi le plus facilement dans les cellules de taille moyenne. Parmi ces dernières, on en trouve dont le noyau, au lieu de ne renfermer que des fragments nucléiniens irréguliers, comme celui de la FIG. 360, contient déjà des tronçons de filaments plus ou moins allongés. Les FIG. 362 à 367, 369 et 374 (2) permettent de suivre plus ou moins la formation des tronçons nucléiniens, qui deviennent de plus en plus longs,

(1) Au sujet de ce terme, voir J. B. CARNOY : *La Cytodiérèse chez les Arthropodes*; *Revue La Cellule*, Vol. 1, p. 409.

(2) Malheureusement ces figures ont été mal reproduites par le graveur.

et finissent par reconstituer le filament pelotonné; celui-ci est visible dans certains noyaux de la FIG. 369. Le mécanisme de cette modification de l'élément nucléinien est d'une étude fort difficile. Nous aurons l'occasion d'y revenir plus longuement en parlant de l'*Astacus fluvialis*.

Cette sorte de rajeunissement de l'élément nucléinien s'observe le plus souvent, comme nous l'avons dit, dans des cellules de dimensions moyennes, nées probablement par sténose des cellules pariétales primitives. Mais de temps en temps on le constate aussi dans des cellules aussi grandes que les cellules primitives, et qui sont interposées à ces dernières. C'est ce qui s'observe à la base des trois cæcums de la FIG. 359, où certaines cellules contiennent déjà un filament pelotonné. Il est probable que la plage de prolifération qui s'y voit s'étendra jusqu'au niveau de ces cellules.

Quel qu'ait été le mode de la première division, la cinèse ne tarde pas à envahir toutes les cellules occupant la plage de prolifération; et bientôt, grâce à leur segmentation binaire successive, il se développe dans le cæcum un volumineux cumulus de petites cellules.

Ce cumulus constitue un véritable *méristème*. On sait que pour les botanistes ce terme désigne un massif de cellules jeunes, toutes semblables, destiné à donner naissance, par une différenciation subséquente, à un tissu ou à un organe. C'est le cas des petites cellules dont nous parlons : ce sont des cellules jeunes, des cellules formatives destinées à engendrer, après une série de générations, des éléments profondément différenciés, les spermatozoïdes. Le cumulus est donc un méristème spermatique. Cette dénomination conviendrait à la masse des métrocytes en évolution chez tous les animaux; mais ici la comparaison avec les processus histogénétiques des végétaux peut être poussée plus loin encore : on peut dire que le cumulus chez l'*Asellus* est un méristème secondaire. Ce terme indique chez les végétaux un méristème engendré aux dépens d'un tissu déjà différencié, une formation nouvelle apparaissant au sein d'un tissu adulte. Dans le testicule de l'*Asellus*, le tissu adulte, différencié autant qu'il peut l'être, c'est l'épithélium des grandes cellules pariétales; la formation nouvelle, le méristème secondaire, c'est le cumulus qui prend naissance dans les cellules du parenchyme, limitées à la plage de prolifération (1).

L'activité proliférative n'envahit pas en effet toutes les grandes cellules; elle se borne à une plage restreinte de l'épithélium primitif. Cette plage

(1) Voir à ce sujet, J. B. CARNOY : *Manuel de Microscopie*, p. 137 et suivantes.



entoure rarement tout le cæcum en forme d'anneau; d'ordinaire elle demeure unilatérale, ainsi qu'on le voit dans la FIG. 368. Cette figure représente, sous un grossissement plus fort, un cæcum vu de face, et très légèrement écrasé par le cover, comme le sont d'ailleurs les deux testicules des FIG. 357 et 359.

La segmentation binaire des cellules pariétales, au début, est souvent une sténose, avons-nous dit. Mais c'est surtout après l'apparition de la première cinèse que la prolifération devient active, et que le méristème se développe. Ne semble-t-il pas que les cellules pariétales subissent l'action d'une cause qui les détermine à se diviser à un moment donné, et que l'état fragmenté de l'élément nucléinien ne leur permette pas d'entrer en cinèse? La sténose se produit seule aussi longtemps que le filament nucléinien n'est pas reconstitué; mais alors la cinèse apparaît.

Ce mode de segmentation binaire se poursuit dans le cumulus pendant de nombreuses générations cellulaires.

Tout en se divisant, les cellules méristématiques subissent un certain accroissement; le volume individuel de chacune d'elles diminue, au fur et à mesure de la multiplication, mais le volume global de l'amas qu'elles forment augmente insensiblement. Bientôt le cumulus déborde la plage qu'il occupait au début, et finit par obstruer entièrement la lumière du tube. Mais c'est surtout vers le haut du cæcum qu'il s'avance; c'est ce qu'indique la FIG. 376, représentant une coupe longitudinale d'un cæcum. La lumière du tube est remplie par les petites cellules du cumulus qui a pris naissance inférieurement, car la coupe est faite au dessus de la plage de prolifération. Le même fait peut se constater sur des testicules montés en entier. La coupe transversale de la FIG. 377 fournit les mêmes indications.

La caryocinèse s'observe souvent dans ces cellules pendant leur mouvement ascensionnel. Mais à un moment donné le travail diérétique y prend subitement un regain d'activité; on rencontre en effet des cæcums dont toute la moitié supérieure ne renferme pas une seule cellule qui ne soit en division. Tel était le cæcum dont une coupe transversale est représentée dans la FIG. 378. Six autres coupes d'environ 10 microns, faites successivement sous la première, se présentaient dans le même état.

Cette recrudescence subite dans la multiplication des métrocytes est le signe avant-coureur de la fin de la première étape; elle précède de peu l'apparition des plus petites cellules que l'on puisse rencontrer dans les

cæcums : les cellules spermatiques, auxquelles une dernière segmentation binaire donne naissance.

Il est très fréquent de rencontrer des cæcums dont le cumulus méristématique est divisé en deux portions distinctes par les caractères particuliers de leurs cellules. L'une, supérieure, ne comprend que les cellules à filament nucléinien bien constitué : c'est dans son sein qu'on observe la caryocinèse; l'autre, inférieure et moins étendue, est composée de cellules à nucléine fragmentée, et parfois un peu plus volumineuses que les premières. Les dernières cellules de la FIG. 384 appartiennent à cette dernière portion, qui est visible presque en entier dans la FIG. 368; des cellules à filament leur sont encore interposées.

D'où proviennent ces cellules inférieures? Sont-elles nées par simple sténose des grandes cellules? L'aspect de leur noyau pourrait le faire croire, mais d'un autre côté, nous y avons vu peu de noyaux étranglés. Nous sommes plus porté à admettre que ce sont des cellules dérivant du méristème et qui sont retournées à l'état de métrocytes quiescentes, des cellules qui chôment et qui constituent une réserve destinée à former de nouvelles cellules méristématiques, après l'épuisement du massif supérieur. Ajoutons que ce dernier paraît n'être jamais épuisé par la première fournée de spermatozoïdes; souvent sa moitié inférieure se maintient au-dessous des faisceaux en formation dans la moitié supérieure; il en était ainsi dans les testicules dont la coupe longitudinale fait l'objet des FIG. 382 et 383.

Le méristème spermatique se divise donc souvent en trois parties superposées :

1° Une portion supérieure, qui est saisie la première du redoublement d'activité proliférative dont nous avons parlé; c'est elle qui produira la première fournée de spermatozoïdes. La FIG. 370 reproduit l'aspect ordinaire du noyau de ses cellules.

2° Une portion moyenne, formée de cellules dont le noyau renferme un filament nucléinien; elle fournira la seconde fournée.

3° Enfin une portion inférieure, composée de cellules à élément nucléinien fragmenté, qui demeure stationnaire pendant un certain temps, mais qui donnera sans doute naissance aux cellules spermatiques d'une ou de plusieurs générations.

Par le fait même de la production des spermatozoïdes, cette portion se trouve épuisée à son tour. Aussi, après le départ des derniers éléments, ne retrouve-t-on plus dans les cæcums que les restes des cellules pariétales,

ainsi qu'on le voit dans la **FIG. 357**. Nous disons les restes, car ces cellules se trouvent à ce moment dans un état de profonde désorganisation. Ce ne sont plus que des amas informes de protoplasme sans contours définis, souvent confondus les uns avec les autres; on dirait des portions fraîchement séparées d'un plasmodium. Nous verrons plus loin la cause de cette désorganisation. Pour le moment il nous suffit de constater les deux faits suivants : 1° Les cellules pariétales qui n'ont pas pris part à la formation du méristème spermatique ne sont pas expulsées avec les spermatozoïdes; 2° A un moment donné, il ne reste plus trace du cumulus méristématique dans les cæcums.

Voici en résumé la marche que nous semblent suivre les phénomènes de la première étape chez l'*Asellus*.

1° Un certain nombre de cellules de l'épithélium testiculaire subissent la segmentation binaire. La première segmentation est, soit une cinèse, soit le plus souvent une sténose; mais, dans ce dernier cas, la cinèse ne tarde pas à survenir. La prolifération ne s'étend pas à toutes les cellules de l'épithélium; elle est limitée à une aire assez restreinte, la plage de prolifération.

2° La segmentation binaire cinétique se poursuit dans les cellules-filles et donne rapidement naissance à un volumineux cumulus méristématique. La réorganisation du filament nucléinien, prélude de la cinèse, constitue donc le phénomène initial d'une période de prolifération active des métrocytes.

3° La segmentation binaire des métrocytes du cumulus aboutit en fin de compte à la formation des cellules spermatiques. Toutefois ces métrocytes n'engendreront pas en même temps des cellules ayant cette valeur. Le massif supérieur du méristème, est saisi le premier d'un redoublement d'activité proliférative qui amène rapidement ses éléments à l'état de cellules spermatiques. Ce n'est qu'après l'évacuation de celles-ci, à l'état de spermatozoïdes, que le même regain d'activité se manifeste dans le massif moyen, et plus tard enfin dans le massif inférieur.

4° Par la production successive de ces divers amas de spermatozoïdes, le cumulus s'épuise et, après la dernière émission, il ne demeure plus dans le cæcum que les restes des grandes cellules pariétales qui n'ont pas pris part à sa formation. Le cæcum présente alors la constitution reproduite par la **FIG. 357**.

Telles sont les conclusions auxquelles nous conduisent les faits observés jusqu'à ce jour.

## REMARQUE.

Il existe le long du canal déférent de l'*Asellus* des cellules particulières que nous appellerons cellules marginales. Elles possèdent une structure très analogue à celle des cellules pariétales qui tapissent l'intérieur de cette région aussi bien que les cæcums. La FIG. 375 en donne un exemple. Elles constituent ordinairement une série linéaire sur les flancs du canal.

Ces cellules se multiplient par sténose; il n'est pas rare d'y observer l'étranglement caractéristique du noyau, ainsi que celui du protoplasme qui succède à la bipartition nucléaire. Néanmoins cette multiplication est lente, comme l'indique le nombre toujours restreint de ces cellules. Nous ignorons complètement la signification de ces éléments.

## Deuxième étape.

Les cellules spermatiques de l'*Asellus* ne présentent aucune particularité digne de remarque. Ce sont de très petites cellules, semblables à celles du *Porcellio dilatatus* FIG. 407, mais de forme plus irrégulière. Leur noyau possède cependant un aspect particulier, dû principalement à ce que son centre est presque toujours vide, l'élément nucléinien étant relégué contre la membrane.

L'origine de ces cellules nous est connue : nous l'avons rapportée à une dernière segmentation binaire des métrocytes constituant le méristème. Mais nous avons laissé jusqu'ici, sans la signaler, une particularité qui s'observe à la fin de la première étape : c'est la tendance des métrocytes à ne plus se diviser complètement. Si l'on dissocie méthodiquement le contenu des cæcums à ce moment, on obtient souvent des chaînes de quatre à six cellules, semblables à celles de la FIG. 373. J. B. CARNOY a décrit de ces chaînes dans le testicule et les tissus de réserve de divers arthropodes (1).

Leur évolution nous occupera dans les pages suivantes.

Un premier fait à noter c'est la tendance de ces cellules à se fusionner. L'irrégularité de leurs contours, la délicatesse extrême de leur couche périphérique sont en rapport avec cette tendance. Que l'on rapproche ce fait du précédent, l'inachèvement fréquent de la segmentation, et l'on s'ex-

---

(1) J. B. CARNOY. *La cytodierèse des arthropodes; Revue La Cellule*. Tome I, 11<sup>me</sup> Fascicule, 1885, Pl. V, VI et VII.



pliquera pourquoi l'on observe assez rarement des cellules spermatiques isolées. Dans beaucoup de nos coupes, aucune cellule spermatique ne paraissait libre; tout le massif semblait ne former qu'un seul syncytium, contenant de nombreux noyaux.

Ce n'est pas que ce syncytium se présente comme une masse compacte et homogène, semblable à un plasmodium de myxomycète; on y voit des espaces vides, résultant de la forme souvent étoilée des cellules spermatiques, qui ne sont alors fusionnées que par leurs rayons. Mais en certains points il est impossible de délimiter le territoire cellulaire appartenant à chaque noyau; la fusion est complète. Nous regrettons la mauvaise réussite de la FIG. 379 qui est trop vague. Elle permet toutefois de se faire une idée des changements qui se sont passés dans le cæcum depuis le stade de la FIG. 377, où son contenu était formé de très petites métrocytes et de cellules spermatiques libres.

Nous nous sommes demandé si cette fusion était réelle ou apparente; naturelle ou artificielle, et, dans le but d'élucider ce point douteux, nous avons varié nos méthodes de préparation. Nous avons fixé des animaux entiers; nous avons employé les agents fixateurs les plus divers : bichlorure de mercure, nitrate d'argent, acide nitrique, acide picrique, acétate d'urane, etc., et toujours nous avons obtenu les mêmes résultats.

*L'état symplastique du massif de cellules spermatiques, au début de la première étape, paraît donc réel et normal.*

Mais les cellules spermatiques ne sont pas les seuls éléments des cæcums qui présentent de la tendance à se fusionner. Cette tendance se manifeste aussi dans les grandes cellules pariétales qui, après l'envahissement de la partie supérieure des cæcums par les cellules méristématiques, ont continué à tapisser cette région.

La fusion s'établit d'abord latéralement entre les cellules voisines. Elle s'indique déjà dans la FIG. 376; elle est complète, ou très avancée du moins, dans les FIG. 377 et 378. Ces trois figures ne contiennent guère que des cellules encore libres dans la lumière du tube, tandis que la paroi de celui-ci est déjà tapissée d'un plasmodium. Plus tard survient la fusion des cellules spermatiques, et alors le protoplasme pariétal et celui du plasmodium interne se confondent en une seule masse symplastique. Tel est l'état du cæcum dont la FIG. 379 reproduit la coupe transversale.

*A un moment donné, tout le contenu de la partie supérieure des cæcums constitue donc une seule masse symplastique résultant en partie de l'inachè-*

*vement de la plasmodiérèse des dernières métrocytes et en partie d'une fusion secondaire qui s'établit entre toutes les cellules de la région : cellules spermatiques et cellules pariétales.*

Les cellules pariétales de la région tout à fait supérieure des cæcums ne prennent pas toujours part à la formation du plasmodium. On les retrouve encore isolées à la maturité des spermatozoïdes.

Remarquons que le plasmodium peut exister avant que la première étape ne soit complètement achevée. En effet, on trouve parfois dans son sein des noyaux qui ont plutôt les caractères du noyau des dernières métrocytes que de celui des cellules spermatiques; on y trouve aussi des noyaux en cinèse, FIG. 380.

Le contenu plus ou moins fusionné des cæcums, que nous venons de décrire, est destiné à organiser plus tard des faisceaux de spermatozoïdes bien individualisés. L'examen des FIG. 380 à 386 permet de suivre le développement de ces derniers.

La FIG. 380 est une coupe transversale, analogue à la FIG. 379, mais appartenant à un cæcum dont le développement a fait quelques pas de plus. On y voit les noyaux spermatiques, et avec eux le protoplasme commun, se grouper en plusieurs amas situés vis-à-vis des volumineux noyaux des cellules pariétales fusionnées. En d'autres termes, on reconnaît, à l'examen de cette coupe, que le plasmodium se divise en autant de portions qu'il contient de noyaux pariétaux.

Cette division est plus caractérisée encore dans la coupe longitudinale du cæcum plus avancé de la FIG. 381. Notons que d'autres coupes du cæcum de la FIG. 380 contenaient des noyaux de métrocytes dans le plasmodium; la coupe figurée en montre encore un en cinèse.

Que l'on dissocie un cæcum pendant la période où règne, dans son contenu, le stade des figures 380 et 381, et l'on obtiendra des éléments semblables à ceux que nous avons représentés dans les FIG. 331 et 332 de la première partie de ce travail. La première, FIG. 331, contient des noyaux assez gros et pourvus d'un boyau nucléinien robuste, qui ne peuvent être que des noyaux de métrocytes retardataires.

Chaque fragment du plasmodium correspondant à un noyau pariétal, est destiné à organiser un faisceau de spermatozoïdes. A la description que nous avons faite précédemment du développement de ces corps, nous n'ajouterons ici que quelques remarques complémentaires.

Ces corps, avons nous dit, peuvent être assimilés aux colonies de cel-

lules spermatiques qui, chez d'autres animaux : les insectes et les annélides par exemple, se transforment en faisceaux de spermatozoïdes. Leur fonctionnement et leur destinée sont analogues; cela suffit, selon nous, pour établir cette homologie. Leur origine seule est différente. Tandis que les premières dérivent d'une seule métrocyte, dont elles représentent exactement la lignée, les secondes peuvent résulter de l'union secondaire de cellules n'ayant que des liens de parenté fort éloignée. Mais ce trait ne différencie en rien la signification morphologique actuelle de ces éléments. L'ilôt du plasmodium n'est qu'une cellule multinucléée semblable à la cellule-mère d'une colonie d'insecte avant la plasmodiérèse.

Son développement ultérieur n'est pas identique, mais très analogue à celui de la cellule multinucléée d'insecte : il va se diviser en autant de cellules-spermatozoïdes qu'il contient de noyaux mâles. Mais tandis que chez l'insecte ces cellules-spermatozoïdes s'individualisent le plus souvent en cellules spermatiques, avant de se différencier, chez l'*Asellus* leur individualisation se confond avec leur différenciation; l'une est la conséquence de l'autre.

Les spermatozoïdes s'individualisent et se différencient de la manière suivante. Les noyaux mâles font d'abord saillie à la surface de l'ilôt, comme on le voit dans les FIG. 332, 381 et 382. Ce mouvement vers l'extérieur s'accroît ensuite, et les noyaux sortent vraiment de leur cellule en entraînant avec eux une portion du protoplasme. Il s'en suit qu'une grande partie du protoplasme de l'ilôt se trouve divisée en autant de portions saillantes qu'il y a de noyaux mâles. La colonie prend alors l'aspect d'une grappe et rappelle les colonies spermatiques des gastéropodes (FIG. 382).

La sortie des noyaux se fait différemment. Tantôt c'est le noyau qui sort le premier, comme on le voit dans les FIG. 332 et 391. Mais le plus souvent il pousse devant lui une certaine quantité de protoplasme; c'est le cas pour la plupart des cellules de la FIG. 382, et des FIG. 389 et 390. Dans tous les cas, chaque noyau demeure rattaché au corps de l'ilôt par un pédoncule de protoplasme qui s'allonge et s'étire à mesure que le noyau s'en écarte. Cette partie extérieure organise la gaine achromatique du flagellum nucléinien et, peut-être, une portion de la hampe du spermatozoïde; *le reste de celle-ci se découpe dans le corps du protoplasme commun qui supporte la grappe et loge le noyau pariétal.* On voit, dans les FIG. 382, 383 et 384, les hampes se perdre dans ce protoplasme, et s'élever assez haut dans le cæcum en s'insinuant en dessous des faisceaux supérieurs. On re-



marque à ce moment qu'une nouvelle fusion s'est produite entre les divers îlots du plasmodium. Cette fusion est plus ou moins complète. C'est elle qui, jointe à l'arrachement des faisceaux, produit l'état particulier de délabrement dans lequel on retrouve plus tard le corps de chaque colonie spermatique, FIG. 357.

Les deux parties du spermatozoïde, l'interne qui s'organise par une simple différenciation du réticulum, comme un filament axial, et l'externe dont la formation comprend en outre un phénomène d'étirement, représentent, avec le noyau qu'elles suspendent, la cellule spermatique individualisée et en voie de différenciation. Cependant l'individualisation de cette cellule ne sera complète que plus tard, lorsque la différenciation sera terminée et que les spermatozoïdes se détacheront des restes du protoplasme pariétal.

Nous avons peu de chose à ajouter à la description que nous avons faite précédemment des modifications du noyau. Quelques remarques suffiront à l'explication de nos nouvelles figures.

La FIG. 382 met sous les yeux du lecteur un premier mode d'étirement de l'élément nucléinien. On y voit le filament sortir du noyau piriforme comme s'il se déroulait. Toutefois certains indices nous font soupçonner qu'il n'y a pas là un véritable déroulement du filament nucléinien. Assez souvent en effet on remarque, au pôle effilé du noyau devenu piriforme, une petite masse affectant la forme d'un croissant, qui n'est autre que la masse nucléinienne fusionnée et devenue homogène. Nous avons observé bien des fois, chez les insectes et les arachnides, ce phénomène de la fusion de l'élément nucléinien et de sa concentration en une masse solide, rétractée dans l'intérieur du noyau. Ici toute la masse fusionnée se rassemble au pôle d'étirement du noyau, abandonnant derrière elle une cavité vacuolaire assez spacieuse, car le noyau subit en même temps un gonflement notable. Cette masse nucléinienne s'étire ensuite avec l'extrémité du noyau et se transforme en un mince filament. Celui-ci constituera la partie colorable du flagellum. Les restes du noyau, débris du caryoplasme et de la membrane, sont destinés à être incorporés dans l'appendice en massue qui termine le flagellum du spermatozoïde adulte, FIG. 335. On remarque pendant longtemps dans cet appendice une vacuole qui n'est autre que l'ancienne cavité nucléaire dilatée.

Il existe un autre mode d'évolution du noyau. Les FIG. 383, 385 et 394 y ont rapport. C'est le mode, maintes fois décrit précédemment, en particulier chez l'*Oniscus* (FIG. 319) : le noyau prend un aspect homogène

résultant apparemment de la dissolution de la nucléine. Les noyaux possédant cette constitution interne, ont déjà pris dans les figures indiquées la forme d'un fuseau. C'est la première indication de l'étirement total qu'ils doivent subir pour passer à la forme filamenteuse des **FIG. 386** et **395**. Dans ce mode, l'appendice terminal et non colorable du flagellum ne contient guère que le protoplasme de la protubérance spermatique; tandis que, dans l'autre mode, il doit contenir aussi les restes du caryoplasma et de la membrane nucléaire.

Enfin un troisième mode s'observe encore : le filament nucléinien reste inaltéré pendant plus longtemps; nous avons décrit ce mode dans la première partie, p. 152 et 153. Le remaniement interne que subit en général l'élément nucléinien, quand il prend la forme et l'aspect homogène du noyau du spermatozoïde, se produirait, dans ce cas, en même temps que l'étirement du noyau, et non avant comme c'est le cas ordinaire.

Le flagellum nucléinien s'organise habituellement pendant que la protubérance de protoplasme, entraînée par la sortie du noyau, subit le phénomène de l'étirement. Cependant cette règle n'est point sans exception. En effet les modifications du noyau sont parfois en avance et, parfois en retard sur celles du protoplasme. Le premier cas s'observe dans la **FIG. 385** : les noyaux spermatiques y sont à peine allongés, tandis que la portion protoplasmatique externe a déjà subi presque tout l'étirement et tout l'amincissement dont elle est susceptible.

Le deuxième cas est réalisé dans la **FIG. 334**. Dans cette volumineuse colonie l'élément nucléinien est déjà transformé en flagellum et la membrane du noyau est entièrement résorbée; tandis que les protubérances sont encore épaisses et sessiles.

A la maturité les spermatozoïdes se séparent du corps de la colonie; mais ils demeurent unis en un faisceau serré. Ils descendent ainsi dans le canal déférent, en passant à côté des restes du cumulus méristématique, s'il existe encore. En effet, il y a ordinairement un canal libre entre ce cumulus et la portion de la paroi du tube qui n'a pas pris part à sa formation.

Après leur départ, on ne retrouve plus dans les cæcums que la portion du protoplasme des divers îlots, qui n'a pas été utilisée dans la formation des spermatozoïdes.

Ce fait n'est pas douteux. Il est intéressant au point de vue de la théorie du sexe des cellules reproductrices. En effet, le noyau pariétal

de chaque îlot du plasmodium, qui constitue un faisceau de spermatozoïdes, a-t-il une autre signification que le prétendu noyau femelle des insectes? L'identité de leurs conditions de vie actuelle, à la base d'un faisceau individualisé, ne suffit-elle pas à établir l'identité du rôle et de la signification de ces deux productions? Il y a lieu de penser. Dès lors, aucun des deux n'est un noyau femelle; car celui de l'*Asellus* n'a qu'une parenté collatérale très éloignée avec les noyaux spermatiques; il appartient à une cellule sœur de celles qui ont engendré le méristème spermatique et les noyaux mâles. Le gros noyau pariétal ne constitue certainement pas chez l'*Asellus* l'élément femelle d'une cellule-mère dont les noyaux spermatiques représenteraient l'élément mâle. Et pourtant, au point de vue morphologique, c'est bien le « noyau femelle, » au même titre que le noyau des cystes des insectes, ou que celui du « cytophore » des auteurs. Nulle autre production, pouvant avoir cette signification, ne nous est connue chez l'*Asellus* ni chez les autres isopodes.

Ajoutons encore une remarque qui peut avoir son importance au point de vue de la théorie du sexe : il n'est pas impossible que les restes des cellules pariétales, ou, si l'on veut, les massifs de protoplasme détachés des faisceaux de spermatozoïdes, et contenant le prétendu noyau femelle, ne régénèrent un épithélium semblable à celui de la FIG. 359, et capable d'une nouvelle prolifération.

En ce cas, le testicule de la FIG. 357 ne proviendrait pas nécessairement d'un animal sur le point de finir ses jours; son épuisement ne serait que momentané. Le testicule bien constitué de la FIG. 359 représenterait un stade ultérieur de cet organe rajeuni. De nouvelles recherches nous apprendront, espérons-le, ce qu'il faut penser de cette hypothèse vers laquelle nous nous sentons porté, et qui pourrait bien trouver encore sa réalisation chez d'autres animaux possédant un noyau femelle, parent des noyaux mâles.

## RÉSUMÉ

Nous pouvons formuler de la manière suivante les principaux résultats de nos observations sur la deuxième étape chez l'*Asellus aquaticus*.

1° Les dernières métrocytes et les cellules spermatiques restent souvent unies en chaînes, fait qui résulte de l'inachèvement de la dernière plasmodiérèse.

2° D'autre part, tous les éléments qui remplissent le sommet des cæcums, vers la fin de la première étape : petites métrocytes, cellules spermatiques, cellules pariétales, se fusionnent plus ou moins complètement.

3° Il en résulte la formation d'une seule masse plasmatique, souvent déchirée du côté de la lumière du cæcum.

4° Plus tard, cette masse se divise et forme autant d'amas multinucléés, véritables colonies spermatiques, qu'il y a de noyaux pariétaux.

5° Les noyaux spermatiques font ensuite saillie hors du fragment de plasmodium qui les contient, en entraînant, ou en poussant devant eux, une certaine quantité de protoplasme. La fraction du plasmodium présente alors l'aspect d'une grappe.

6° Chacune des protubérances de cette grappe subit ensuite des modifications :

a) Le noyau s'étire par son pôle interne.

En même temps son élément nucléinien *se fusionne* et s'étire en un filament; ou bien il *se dissout* dans le caryoplasma et alors c'est le noyau entier qui s'étire. Dans certains cas, l'étirement du noyau survient avant la production de ces phénomènes; alors le filament nucléinien paraît se dérouler pour former la partie colorable du flagellum.

b) Le protoplasme entraîné dans la sortie du noyau, avec les débris du caryoplasme et de la membrane nucléaire, se transforme aussi en un corps filamenteux qui se renfle légèrement en massue, et s'incruste d'une substance réfringente.

7° Le corps de la colonie, qui loge un noyau pariétal, organise tout un faisceau de filaments élastiques, les hampes ou queues des spermatozoïdes, chacune de ces hampes se raccorde avec le flagellum nucléinien d'une des protubérances. La portion achromatique du spermatozoïde dérive donc à la fois :

Du caryoplasme et des débris de la membrane nucléaire ;

Du cytoplasme des protubérances;

Et du cytoplasme du corps de la colonie.

Les deux premières portions produisent la massue terminale et la gaine achromatique du flagellum nucléinien; la troisième forme surtout la hampe qui s'y taille à la manière du filament axial ordinaire.

8° Vers la fin de l'évolution des protubérances, les corps des diverses colonies, fractions du plasmodium, se refusionnent.

9° Le noyau de chaque portion du plasmodium figure, par rapport à



la colonie et au faisceau qui en dérive, le noyau femelle des colonies des insectes.

10° Ce noyau, avec le reste du protoplasme qui n'a pas pris part à la formation des spermatozoïdes, demeure appliqué à la paroi des cæcums, après le départ des faisceaux.

11° Enfin les faits que nous avons observés tendent à faire admettre que les restes des anciennes cellules pariétales dont le noyau figurait, par rapport aux faisceaux, le prétendu noyau femelle, régénèrent un épithélium capable d'une nouvelle prolifération.

### Troisième étape.

Les spermatozoïdes adultes ont la forme d'un fouet, dont la corde seule se colore par le vert de méthyle. Cette partie soutient une portion terminale un peu renflée, réfringente, qui reste incolore. Ils sont réunis en faisceaux assez serrés, mais ne sont pas aglutinés par une substance solide comme chez les oniscides. Aussi ne donnerons-nous pas à ces faisceaux le nom de spermatophores.

Le spermatozoïde isolé de la FIG. 395 provient de la dissociation d'un faisceau.

### *Oniscides.*

La méthode décrite précédemment nous a permis d'acquérir au sujet des oniscides quelques données positives qui remplaceront les hypothèses et les rapprochements analogiques, dont nous nous avions dû nous contenter lors de notre première publication. Les principaux points sur lesquels ces nouvelles observations ont jeté quelque lumière sont les suivants :

La multiplication des métrocytes et la genèse des cellules spermatiques;

Le genèse des éléments en grappe;

Les rapports, la disposition et la signification du plasmodium à noyaux allongés des cæcums.

Diverses espèces ont fait l'objet de ces nouvelles recherches. Dans toutes, nous avons reconnu les mêmes processus avec très peu de variation dans les détails. Toutefois il en est une qui nous a montré des détails plus intéressants que les autres : c'est le *Porcellio dilatatus*, curieux oniscide de grande taille, qui habite surtout les caves et les silos.

1° *Multiplication des métrocytes et genèse des cellules spermatiques.*

Nous avons dit précédemment que « la formation endogène ne s'observe pas chez les édriophthalmés. » Cette assertion nous ne pouvons aujourd'hui que la confirmer. Nous la compléterons en l'énonçant comme suit pour ce qui concerne le groupe dont nous traitons présentement : *chez les oniscides la multiplication des métrocytes se fait uniquement par segmentation binaire. Aux débuts, cette segmentation peut être acinétique ou directe ; plus tard elle est toujours cinétique, et c'est une dernière cinèse qui donne naissance aux cellules spermatiques.* Ce résultat découle des faits que nous mettons sous les yeux du lecteur dans les FIG. 396 et 407, qui vont nous permettre d'exposer le détail de nos observations. La FIG. 396 est la représentation fidèle d'une coupe microtomique longitudinale intéressant les trois cæcums d'un testicule. Disons cependant que nous y avons ajouté un détail qui faisait défaut dans l'original : nous voulons parler des petits massifs de cellules qui surmontent la pointe des cæcums. Il n'est point difficile d'obtenir des coupes complètes, pourvu qu'on ait soin de ne faire agir le réactif fixateur qu'après avoir disposé l'organe sur un porte-objets, afin que les trois cæcums demeurent dans le même plan. Cette figure, dessinée sous un faible grossissement (A. 1. ZEISS), a pour but de donner une idée générale de la structure du testicule et de la disposition de son contenu. Les éléments qui constituent ce dernier se voient, plus grossis (1/12.4), dans les FIG. 397 à 403.

Le contenu des cæcums est toujours divisé en deux lots.

Le premier, qui remplit à peu près la moitié supérieure, forme une réserve d'éléments divers, destinés à fonctionner plus tard.

Le second, occupant la moitié inférieure, comprend des produits, plus ou moins avancés, de la différenciation des cellules spermatiques. Tout ce lot, après s'être transformé en spermatozoïdes, quitte la portion supérieure du cæcum, à un moment donné, et les éléments de la réserve ne tardent pas à s'insinuer à sa place.

Analysons séparément le contenu des portions supérieures des trois cæcums ; nous trouverons dans chacun d'eux un stade différent du développement des métrocytes ; aussi leur étude nous révélera-t-elle presque toute l'histoire de ces éléments.

L'état le plus jeune des métrocytes est représenté dans le cæcum inférieur, marqué du chiffre 1 ; la cellule de la FIG. 397 est tirée d'un organe analogue, mais elle est vue sous un grossissement plus fort.

Comme on le voit, les métrocytes à cet âge ressemblent à certaines cellules de l'*Asellus aquaticus*, FIG. 362. Leur noyau présente le même aspect, dû à la disposition fragmentée de l'élément nucléinien. Il contient souvent un nucléole à peine colorable. On observe parmi ces cellules la sténose, ou division directe du noyau. La FIG. 398 en est un exemple. L'étranglement de ce noyau indique un stade de la diérèse; il est destiné, selon nous, à devenir complet. La présence d'étranglements plus profonds, jointe à celle de deux noyaux séparés, présentant la même forme et occupant la même position relative que les deux moitiés des noyaux étranglés, nous obligent à admettre que le sillon n'est pas un détail accidentel et dénué de valeur. Les métrocytes se multiplient donc par sténose. Ce mode de division est toutefois peu actif. C'est au sommet des cæcums qu'il s'observe le plus fréquemment.

Comme chez l'*Asellus*, on peut suivre la reconstitution du boyau nucléinien, et reconnaître que ce remaniement est un phénomène avant-coureur de la division cinétique. La cinèse apparaît en effet tôt ou tard dans toutes ces métrocytes (FIG. 404); elle annonce les débuts d'une période de diérèse plus active. Ainsi naît un massif de métrocytes plus petites, un véritable méristème spermatique; c'est lui qui remplit la portion moyenne du cæcum n° 2 de la FIG. 396.

Mais la formation de ce massif n'est pas, comme chez l'*Asellus*, localisée à une aire restreinte de l'épithélium. La cinèse y débute dans certaines cellules éparses au milieu des métrocytes; elle envahit les autres peu à peu. De telle sorte que, à un moment donné, le massif de métrocytes à nucléine fragmentée, qui occupait d'abord le cæcum, se trouve remplacé en partie par des cellules à boyau bien net, se multipliant activement par cinèse. Nous disons en partie, parce qu'il reste dans tous les cæcums un certain nombre de métrocytes quiescentes en réserve. FIG. 396, *rm*.

Passons au cæcum n° 2.

Le développement des métrocytes y a fait un pas de plus.

Son sommet est toujours occupé par des cellules semblables à celles qui remplissent le cæcum précédent : c'est la réserve de métrocytes quiescentes.

Sous ce premier groupe se voit une masse serrée de petites cellules à boyau nucléinien bien formé, FIG. 399. Ce sont des éléments nés par cinèse aux dépens des métrocytes à nucléine fragmentée, qu'elles remplacent maintenant dans cette région du cæcum. C'est le méristème spermatique en plein développement.



Ces cellules se multiplient par cinèse, FIG. 400. Mais c'est par intermittence que ce phénomène s'y produit; car certains cæcums semblables se montrent pleins de figures caryocinétiques, tandis que d'autres n'en contiennent que quelques-unes, ou pas du tout.

Le cæcum n° 3 contient encore dans sa moitié supérieure deux sortes d'éléments : des métrocytes quiescentes et un massif de cellules prolifératives. Celles-ci sont de dimensions plus faibles encore que dans le deuxième cæcum. A ce point de vue, elles diffèrent peu des cellules spermatiques; cependant la présence de cinèses, donnant naissance à des cellules plus petites, démontre qu'elles n'ont pas encore cette valeur.

Ce cæcum, plus avancé que le deuxième, contient aussi un massif plus considérable de métrocytes en réserve; elles constituent une colonne solide occupant, du côté gauche, la moitié de la longueur du cæcum. Il est donc vraisemblable que ces métrocytes se multiplient, tandis que s'effectue la prolifération des cellules méristématiques. Suivant quel mode de division se fait cette multiplication des métrocytes en réserve? La sténose s'observe parmi elles; nous l'avons dit. Mais ce mode est-il exclusif? Nous ne le pensons pas, car il nous est arrivé deux fois de trouver une cinèse au milieu de la réserve dans des cæcums semblables au n° 2 de la FIG. 396.

La sténose est donc le mode de multiplication normale des métrocytes en réserve; la cinèse concourt peut-être aussi à l'augmentation numérique de ces éléments. La division cinétique existe seule dans la formation nouvelle qui apparaît dans le cæcum, ainsi qu'au sein du massif de cellules prolifératives.

## 2° *Genèse des faisceaux de spermatozoïdes.*

La genèse des éléments en grappe, FIG. 318 et 319, qui deviennent des faisceaux était un point fort obscur pour nous, lors de notre première publication. A défaut de faits, nous avons alors émis une hypothèse. Nous avons rapproché l'origine de ces productions de celle des spermatoblastes à formation exogène, leurs homologues évidents; nous avons regardé comme probable la formation de ces éléments aux dépens d'une seule cellule-mère.

Mais l'analogie trompe souvent en biologie; nos recherches nouvelles nous l'ont prouvé une fois de plus. Elles nous ont démontré en effet que chez les oniscides comme chez l'*Asellus*, ces éléments en grappe, ou colonies spermatiques, *ne résultent pas de la plasmodiérèse incomplète d'une cellule-mère, mais bien de l'union secondaire de plusieurs cellules spermatiques.*

Nous avons vu tout à l'heure que la prolifération des métrocytes donne naissance à une masse de petites cellules, qui remplit presque toute la moitié supérieure des cæcums. Suivons maintenant la destinée ultérieure de ces éléments.

Le cæcum n° 3 de la FIG. 396 nous les montre encore dans sa moitié supérieure. Cependant une partie des cellules est déjà descendue dans la moitié inférieure, et s'est disposée contre les parois du tube, en dedans d'une couche de noyaux allongés qui en tapisse la membrane.

Leur noyau, à cette époque, prend déjà un aspect particulier, semblable à celui des mêmes éléments chez l'*Asellus*; il résulte surtout de ce que l'élément nucléinien est localisé contre la paroi, laissant dans le centre un vide hyalin. Cet aspect est plus prononcé encore dans les plus petites cellules, qui sont les cellules spermatiques. La FIG. 406 représente, sous un grossissement plus considérable que celui de la FIG. 396, une coupe longitudinale intéressant les deux portions contiguës d'un cæcum analogue au cæcum du n° 3. La disposition latérale des éléments descendus y est plus distincte. On y remarque encore une cinèse.

Un peu plus tard, alors que les cellules spermatiques sont formées en grand nombre, tous ces éléments, comme chez l'*Asellus*, paraissent fusionnés entre eux et avec le protoplasme indivis qui renferme les noyaux allongés. A peine voit-on dans la lumière du tube quelques cellules isolées et libres.

Nous disons : *paraissent fusionnés*, parce que le fait de leur fusion en un seul plasmodium est fort difficile à constater *de visu*. En effet il arrive souvent que des éléments, aussi délicats et aussi comprimés que ces cellules spermatiques, paraissent fusionnés, bien qu'en réalité ils conservent toute leur individualité. Avec de tels objets, les coupes à la paraffine nous inspirent toujours de la défiance.

Aussi est-ce plutôt en nous appuyant sur les données fournies par la dissociation des cæcums, que nous concluons à la fusion des éléments. En effet, le contenu des cæcums, au stade du n° 2 de la FIG. 396, se laisse dissocier avec une facilité remarquable en un grand nombre de cellules uninucléées intactes. Celles-ci, à ce moment, n'adhèrent nullement entre elles, et se dispersent au moindre coup d'aiguille. Plus tard, au contraire, leur dissociation devient pénible; elle fournit des préparations remplies de masses irrégulières de protoplasme, apparemment indivises, et logeant de nombreux noyaux.

Ajoutons que la tendance des dernières métrocytes à se fusionner en leurs points de contact, se révèle déjà par le fait que fort souvent celles qui occupent le milieu de la lumière du tube sont unies entre elles par des prolongements anastomotiques. C'est ce que l'on voit dans la FIG. 406.

Quoi qu'il en soit de cette fusion, un peu plus tard, l'aspect du contenu des cæcums se modifie profondément. On n'y observe plus alors une masse apparemment indivise de protoplasme, parsemée de nombreux noyaux, mais un grand nombre de groupements de six à dix noyaux aglutinés par un peu de protoplasme, et logés dans des sortes de diverticulum. Ce sont les éléments en grappes que nous avons figurés en 1884, PL. 8, FIG. 318 et 319, et PL. 9, FIG. 404. Ces éléments dérivent donc de la division du plasmodium et non de la division incomplète d'une cellule-mère unique.

Malgré nos investigations, nous n'avons rencontré aucune cellule multinucléée chez les oniscides.

De ce mode si particulier de genèse des faisceaux spermatiques, que faut-il conclure au sujet de la signification des éléments en grappe dont ils dérivent?

Nous les avons autrefois rapprochés des colonies exogènes de cellules spermatiques, celles qu'on observe chez les annélides, par exemple. Ces colonies dérivent de la division incomplète d'une cellule mère. Chez les oniscides, au contraire, les éléments en grappes dérivent de l'union de cellules spermatiques, qu'une segmentation binaire complète avait entièrement libérées précédemment. Peut-on considérer ces deux sortes de productions comme des éléments homologues?

On peut répondre affirmativement à cette question.

La structure anatomique d'un élément semblable à celui de la FIG. 318 nous oblige à le considérer comme un seul tout cellulaire, le protoplasme des six masses appendiculaires étant en libre communication avec celui de l'axe central. Que ces six masses aient une origine différente, ou qu'elles soient nées d'une même cellule-mère; que le faisceau soit une colonie exogène de cellules spermatiques, ou qu'il soit un syncytium, cela importe peu au point de vue de sa signification morphologique. Le mode de genèse ne peut, selon nous, constituer entre ces deux espèces d'éléments une différence essentielle, pas plus qu'il ne peut servir à différencier un plasmodium d'une cellule multinucléée ordinaire.

Nous avons un détail à ajouter à la description du développement des faisceaux : des coupes semblables à la FIG. 404 ne montrent aucune limite

entre les territoires des divers faisceaux, à leur base. Ils se perdent, en ce point, dans le plasmodium; les hampes y pénètrent et s'insinuent entre les noyaux allongés. Si l'on dissocie un cæcum semblable, on obtient, à l'état d'isolement, des faisceaux dont la partie inférieure est plus ou moins désorganisée et dont les hampes divergent. Ce fait indique qu'ils faisaient corps avec le plasmodium dont on les a violemment détachés. On n'obtient plus alors des éléments en grappes, ni des faisceaux intacts et aussi bien limités que ceux des FIG. 318 et 324. Il est donc évident qu'une nouvelle coalescence entre les éléments en grappe et le plasmodium se rétablit vers la fin du développement des hampes; les restes de protoplasme, qui ne sont pas employés à la formation des ces dernières, se refusionnent et rentrent dans le corps du plasmodium général.

Disons aussi que les cellules multinucléées, dont nous avons autrefois signalé la présence dans les préparations du testicule dissocié, ne pouvaient provenir que des petits massifs irréguliers qui surmontent la pointe des cæcums. Ces massifs contiennent ordinairement des cellules à plusieurs noyaux. Nous ignorons complètement la fonction de ces massifs terminaux, situés en dehors de l'enveloppe des cæcums.

### 3° *Plasmodium et noyaux allongés.*

Les innombrables noyaux allongés que renferment toutes les dissociations des cæcums sont, avons nous dit, contenus dans une masse de protoplasme indivis. A l'époque où nous publiâmes nos premiers résultats nous ne possédions sur la disposition de cette sorte de plasmodium, à l'intérieur du cæcum, que des données assez incomplètes; quelques coupes réussies dans le testicule du *Porcellio dilatatus* nous permettent de revenir sur cet objet, pour en compléter la description.

Les figures 405 et 407 nous montrent, sur des coupes transversales, la disposition curieuse des noyaux allongés et du plasmodium. Les noyaux sont, comme on le voit, disposés en colonnes longitudinales, adossées à la membrane du tube, mais proéminent fortement à l'intérieur et réunies entre elles par des ponts.

Le vert de méthyle colore très vivement ces noyaux, beaucoup plus vivement que les autres noyaux du testicule. Aussi ces coupes transversales présentent elles à l'œil un aspect des plus élégants. Les coupes longitudinales des FIG. 396, 404 et 406 montrent les colonnes de noyaux, vues de profil. Jointes aux deux précédentes, ces figures nous apprennent que les



noyaux allongés affectent presque tous, par rapport à l'axe du tube, une disposition radiale et un peu convergente de haut en bas vers cet axe.

Les coupes longitudinales, aussi bien que les préparations des testicules montés tout entiers, montrent que ces noyaux n'existent pas dans la moitié supérieure des cæcums.

Le plasmodium tapisse entièrement, dans la région inférieure, la surface interne du tube testiculaire; il constitue une masse considérable. Cependant, eu égard au nombre énorme des noyaux, la masse protoplasmatique est très faible. Nous avons été obligé, pour la clarté du dessin, de réduire de beaucoup le nombre de ces noyaux.

L'origine de ce plasmodium est un point que nous eussions bien désiré connaître; mais nos recherches, dans leur état actuel, ne nous ont encore rien appris à ce sujet.

Le plus jeune animal dont nous ayons examiné le testicule, un *Porcellio dilatatus*, avait moins de trois millimètres de longueur; aussi n'est-ce pas sans étonnement que nous y trouvâmes deux cæcums et tout le canal déférent remplis de spermatozoïdes. L'animal, malgré sa petite taille, avait donc atteint la maturité sexuelle. Le plasmodium y tapissait la paroi du tube comme dans les grands sujets, seulement il constituait une simple couche pariétale dans laquelle les noyaux étaient plus espacés que chez l'adulte, et disposés irrégulièrement. La disposition en colonnes longitudinales et radiales était à peine indiquée sur certains points. Quant aux noyaux, ils affectaient une forme généralement moins allongée que dans les individus plus âgés. Chose remarquable! le plus grand nombre d'entre eux était en sténose. Ce dernier fait s'explique assez bien par l'accroissement que subissent encore à cette époque les organes testiculaires, comme d'ailleurs tous les autres organes.

Le *Porcellio dilatatus* s'accroît assez vite, et mue souvent. Il n'est donc pas étonnant que les noyaux s'y divisent avec une certaine activité, pour engendrer l'immense quantité que le testicule en contient chez l'animal parvenu à sa taille moyenne.

En tout cas, s'il est encore aujourd'hui quelqu'un qui puisse douter de l'existence normale de la sténose des noyaux, qu'il examine le testicule d'un jeune *Porcellio dilatatus*. Il y reconnaîtra indubitablement que ce processus, malgré la lenteur qui paraît le caractériser, peut cependant suffire à un travail actif et considérable de multiplication nucléaire. De plus, s'il veut porter ses recherches sur l'épithélium qui tapisse le canal, dans lequel débouchent les trois cæcums, il arrivera aisément, avec un peu de persévérance, non seule-

ment à y observer la caryosténose, mais encore à y constater la plasmodiérèse consécutive à ce phénomène.

Quel est le rôle de cette étrange production que nous désignons sous le nom de plasmodium pariétal? Nous nous sommes souvent posé cette question. Les faits que nous venons d'exposer, aussi bien que ceux dont nous avons fait la description chez l'*Asellus*, indiquent suffisamment, nous semble-t-il, que ce plasmodium concourt à la formation des queues, ou hampes des spermatozoïdes.

En effet, si les éléments en grappe sont encore bien distincts et séparés l'un de l'autre sur leurs flancs, vers la fin de leur développement, il n'en est pas de même à leur extrémité postérieure; celle-ci se confond avec le plasmodium. Au stade des FIG. 383 (*Asellus*) et 404 (*Porcellio dilatatus*), on voit les queues s'insinuer dans le plasmodium, entre les noyaux et derrière eux, et, selon toute apparence, se découper sur une grande partie de leur longueur dans la masse même de ce protoplasme indivis. Celui-ci paraît donc avoir pour fonction de suppléer à l'insuffisance du protoplasme des cellules spermatiques, trop pauvre, sans doute, pour fournir par lui seul les éléments de l'énorme hampe des spermatozoïdes.

Quoi qu'il en soit, nous pouvons assimiler le plasmodium permanent des oniscides à celui qui existe momentanément chez l'*Asellus aquaticus*, dans la région où les faisceaux s'organisent.

Quant au rôle des noyaux du plasmodium, il nous est encore bien moins connu que celui du protoplasme. Cependant leur étonnante quantité indique qu'ils remplissent une fonction importante. Cette fonction ne serait-elle pas plutôt en rapport avec un travail chimique d'élaboration, la production de la substance élastique des queues, qu'avec les phénomènes de diérèse, attendu que le plasmodium ne se divise jamais?

Espérons que la lumière se fera un jour sur ce point. La question capitale de la cytologie, celle du rôle que joue le noyau dans la cellule, recevra sans doute bientôt une solution satisfaisante.

#### AUTRES ESPÈCES.

Nous avons peu de chose à dire au sujet des autres espèces d'oniscides, les différences qu'elles présentent dans la formation des spermatozoïdes sont sans valeur. Notons cependant un détail : chez aucune d'entre elles nous n'avons retrouvé la disposition régulière des colonnes de noyaux plasmodiques. Partout ces éléments occupent la périphérie du tube, mais sur une coupe transversale ils présentent une disposition analogue à celle des très jeunes *Porcellio dilatatus*.

Certaines espèces sont plus favorables que d'autres à l'étude de certaines particularités. Ainsi chez le *Porcellio dilatatus*, si favorable à l'étude du plasmodium et des métrocytes, les spermatozoïdes et leurs faisceaux sont fort petits et d'une observation assez difficile; l'*Oniscus asellus*, au contraire, est un objet de choix pour l'étude de ces derniers éléments.

Voici les espèces qui ont fait l'objet de nos recherches :

*Porcellio dilatatus*.

- ~ *scaber*. (Latreille.)
- ~ *scaber*. (Var. *dubius*.)
- ~ *pictus*.
- ~ *pruinus*.

*Ligia oceanica* (1).

Les *Idotea hectica*, *tricuspidata* et *entomon* nous paraissent différer très peu des oniscides. Ils sont particulièrement favorables à l'étude des phénomènes qui ont pour siège le noyau de la cellule spermatique. Nous avons jugé intéressant de représenter trois stades de la métamorphose chez l'*Idotea hectica*, FIG. 409 à 412. Le premier, FIG. 410, est un noyau de cellule spermatique, très volumineux, si on le compare à ceux des oniscides. Il contient un filament nucléinien distinct et lâchement pelotonné.

La FIG. 411 représente un élément semblable s'étirant déjà par l'un des pôles. On y voit le filament nucléinien se dérouler à mesure que cet étirement se poursuit.

Un stade semblable est visible dans la FIG. 412, mais ici ce n'est plus une extrémité du filament qui est entraînée dans la queue, c'est une anse dont les deux branches se fusionnent dans la partie étirée pour former le flagellum du spermatozoïde.

Les FIG. 408 et 409 reproduisent des noyaux du même animal, dans lesquels la reconstitution du filament nucléinien est en voie de s'opérer.

#### AMPHIPODES.

Nous nous sommes borné, dans la première partie de notre travail, à indiquer la marche générale de la première étape chez le *Gammarus pulex*, sans nous arrêter aux détails de la structure du testicule et de son contenu. Depuis ce temps, nous avons pratiqué dans le testicule du *Gammarus locusta* quelques coupes qui nous ont fourni des indications plus précises.

(1) Nous adressons nos remerciements les plus sincères à notre savant collègue, M. le professeur DELLA VALLE, de Modène, qui a bien voulu nous déterminer un grand nombre d'espèces d'édriophthalmes.



Le testicule des *Gammarus* se compose d'un simple cæcum dont la moitié supérieure est le siège de la formation des spermatozoïdes.

Portons un instant notre attention sur le contenu de cette portion de l'organe, dans la coupe transversale représentée FIG. 413. Nous y voyons quatre espèces d'éléments cellulaires, disposés en autant de groupes distincts.

Le premier groupe, marqué des lettres *rm*, est formé de cellules-mères à élément nucléinien fragmenté, semblables à celles du *Porcellio dilatatus*, FIG. 396 *rm*. Nous avons vu parmi ces premiers éléments trois ou quatre sténoses.

Le second, FIG. 413 *mp*, est formé de cellules de même grandeur, mais dont le noyau contient un filament nucléinien bien visible. Il a la forme d'une bande transversale. A plusieurs reprises nous y avons vu un grand nombre de cinèses.

Le troisième groupe occupe toute la portion de la lumière du tube qui n'est pas remplie par les deux groupes précédents, c'est-à-dire environ la moitié. Il est constitué par des cellules spermatiques dont beaucoup commencent à subir l'étirement qui doit les transformer en spermatozoïdes.

Enfin le quatrième massif se présente sous la forme d'une couche de protoplasme indivis contenant de gros noyaux, semblables à ceux des cellules pariétales de l'*Asellus*. Cette couche tapisse la membrane du tube sur la moitié de sa section transversale. Elle n'existe qu'au niveau de la masse des cellules spermatiques qu'elle enserme comme d'un manteau.

La valeur de ces quatre espèces d'éléments n'est pas difficile à saisir. Chacun d'eux trouve son analogue dans le testicule de l'*Asellus* et des oniscides.

En effet, le premier groupe, *rm*, constitue une réserve de métrocytes quiescentes, semblable à celle qui occupe le sommet des cæcums de l'*Asellus*, FIG. 396 2 et 3.

Le second est formé de cellules prolifératives; c'est un méristème, né des métrocytes du premier groupe, et absolument analogue et semblable, à celui de l'*Asellus* et de l'*Oniscus*.

Le troisième est formé de cellules spermatiques, éléments homologues des petites cellules qui, chez l'*Asellus* et les oniscides, s'unissent en groupes pour former les faisceaux de spermatozoïdes.

Le quatrième, par sa disposition pariétale et son indivision, est évidemment l'homologue du plasmodium pariétal des oniscides et, par suite, des cellules pariétales de l'*Asellus*.

La disposition de ces divers groupes d'éléments dans le cæcum des *amphipodes* n'est donc pas tout à fait la même que chez les *isopodes* : chez les premiers ils ont la forme de colonnes longitudinales juxtaposées, tandis que chez les derniers ils sont ordonnés en massifs plus ou moins allongés, superposés et se touchant par des surfaces plus ou moins horizontales ou obliques.

Les processus de la première étape chez le *Gammarus locusta* sont donc vraisemblablement les suivants :

A un moment donné, un certain nombre d'entre les métrocytes de réserve, *rm*, manifestent une reprise d'activité proliférative, dont le début est marqué probablement par la reconstitution d'un filament nucléinien normal, et entrent en cinèse. Elles donnent ainsi naissance à un massif de cellules à cinèse, *mp*, qui continuent à se diviser. Après le départ des spermatozoïdes qui occupaient la lumière du tube, celle-ci se remplit de cellules spermatiques, issues de cellules prolifératives du massif précédent, ou plutôt d'un certain nombre d'entre elles. Car nous pensons que jamais ce massif ne se transforme d'un seul coup en une quantité de cellules spermatiques, mais que l'évolution de ce groupe méristématique se fait, comme chez l'*Asellus*, en plusieurs fournées. En effet, dans tous les testicules, en divers états, que nous avons eu sous les yeux, il existait toujours un groupe de métrocytes prolifératives, *mp*, entre la réserve et le massif des cellules spermatiques. Celles-ci, une fois formées, subissent les métamorphoses internes que nous avons décrites dans la première partie, et sur lesquelles nous jugeons inutile de revenir<sup>(1)</sup>.

Les phénomènes de la première étape sont donc semblables à ceux qui se passent chez les isopodes. Mais un fait important différencie la deuxième étape dans ces deux groupes : nous voulons parler de l'union et de la fusion plus ou moins complète des éléments testiculaires, qui signale les débuts de cette étape chez les isopodes. Ce phénomène fait défaut chez les amphipodes ; les cellules spermatiques y demeurent libres et isolées. Aussi les spermatozoïdes, comme nous l'avons dit, ne sont pas unis en faisceaux.

Mais alors quel peut être le rôle de la couche plasmodique, *pl*, qui tapisse la moitié du cæcum ? Nous pensons que ce rôle est le même que celui du plasmodium des isopodes : il concourt à la formation des queues. En effet, la portion étirée des cellules spermatiques paraît s'engager dans la masse

---

(1) L. c., p. 162.

plasmodique en s'allongeant. Ce fait n'est pas encore sensible au stade de la fig. 413, mais il le devient un peu plus tard. On voit alors la limite interne du plasmodium perdre sa régularité et se déchiqueter. En même temps le protoplasme pariétal fait saillie dans les intervalles qui séparent les cellules spermatiques et les queues de celles-ci pénètrent aussi dans sa masse, sans toutefois s'y enfoncer très loin vers la paroi du tube; elles se dirigent toutes, en se contournant obliquement, vers le haut du cæcum. C'est ainsi que le plasmodium peut concourir à la formation de la volumineuse portion caudale des spermatozoïdes; les minimes cellules spermatiques eussent été sans doute impuissantes à l'édifier toutes seules.

### B. Décapodes.

#### TRAVAUX ANTÉRIEURS.

On peut trouver dans le mémoire de GROBBEN sur les organes génitaux mâles des décapodes (1) une revue critique de toute la bibliographie spermatologique de ces crustacés. Nous nous contenterons d'y renvoyer le lecteur, jugeant inutile de répéter ici le résumé que le savant professeur de Vienne y fait des principales conclusions de ses devanciers. La liste de tous les auteurs que nous avons consultés sera du reste comprise dans notre bibliographie générale.

Quant au travail de GROBBEN lui-même, et à ceux qui lui sont postérieurs, nous allons en donner une courte analyse.

#### Première étape.

Le travail de GROBBEN est sans contredit le plus important qui ait été publié sur la spermatogénèse des crustacés. Cet auteur décrit la structure macroscopique et l'anatomie interne des organes mâles chez de nombreuses espèces, et en donne de bonnes figures.

Nous n'entrerons pas dans le détail de ces descriptions; ce serait nous obliger à reproduire les pages nombreuses et concises qu'il leur consacre. Bornons-nous à dire qu'en général il trouve le testicule des thorascostracés constitué comme suit.

---

(1) GROBBEN. *Beiträge zur Kenntnis der Mannlichen geschl. Org. der Dekapoden*. Arbeiten aus der zool. Inst. der Univ. Wien, 1887.

Une membrane multicellulaire en constitue la paroi. La cavité qu'elle limite est parfois tubulaire; d'autres fois elle est moins simple et se constitue d'un assemblage d'acinis, représentant autant d'évaginations d'un organe embryonnaire primitivement cylindrique.

Le contenu de cette cavité testiculaire comprend :

1<sup>o</sup> Dans certaines portions un épithélium qui est inactif dans la fonction spermatogénétique proprement dite. Il a pour fonction de sécréter les plasmas spermatiques.

2<sup>o</sup> Des cellules-mères qu'il appelle spermatoblastes.

3<sup>o</sup> Des noyaux plongés dans une masse indivise de protoplasme, et constituant avec elle le blastème de remplacement des spermatoblastes. Cette masse est irrégulièrement répandue, emprisonnée entre ces derniers et la membrane propre du testicule.

Dans certaines espèces, la couche de spermatoblastes et la couche de blastème de remplacement, emboîtées l'une dans l'autre, constituent un revêtement complet aux tubes ou aux acinis. Chez d'autres, elles n'existent qu'en certains points, le reste de la cavité étant tapissée d'un épithélium non germinatif.

Le blastème de remplacement, comme son nom l'indique, sert à organiser une nouvelle couche de spermatoblastes après chaque saison de reproduction. D'après GROBBEN, les gros noyaux de ce blastème délimitent, dans le protoplasme qui les entoure un certain territoire qui prend des caractères particuliers, et s'individualise ensuite en un corps cellulaire bien isolé. Les noyaux du blastème se divisent par étranglement. Ceux des spermatoblastes individualisés présentent, au contraire, du moins chez l'écrevisse, le *Kernspindel* caractéristique de la division indirecte. La multiplication des spermatoblastes aboutit à former des cellules plus petites qui se transforment en spermatozoïdes.

Il figure aussi un corpuscule albuminoïde ou *Nebenkörper* dans les cellules-mères, à côté du noyau; il incline à en rapporter l'origine au noyau chez l'*Astacus*.

L'auteur s'est demandé s'il existe une différence primitive, essentielle, entre l'épithélium non germinatif d'une part, et de l'autre, les éléments du blastème avec les spermatoblastes qui en dérivent. Il répond négativement à cette question, se basant sur ce fait que, dans une très jeune écrevisse, il a observé des acinis tapissés par une seule couche de cellules ressemblant au blastème de remplacement, et se continuant avec l'épithélium de la queue, ou partie déférente de la glande.



HERRMANN (1) ne traite pas longuement de la première étape chez les crustacés décapodes. Il se borne à dire : « Que les ovules mâles contenus dans les tubes testiculaires fournissent par voie de segmentation un certain nombre de spermatoblastes, dont chacun donnera naissance à un spermatozoïde. » Il ne dit pas si chaque ovule mâle en se divisant donne directement naissance à deux spermatoblastes, ou bien si la naissance de ces derniers est précédée de la formation d'une série de cellules-mères intermédiaires.

NUSSBAUM (2) ne s'est occupé que de l'*Astacus*. Il y a observé la division indirecte des cellules-mères. Nous ne le suivrons pas dans la description qu'il donne de la caryocinèse. On peut voir dans le mémoire de J. B. CARNOY la critique détaillée de ses observations (3).

Comme GROBBEN, NUSSBAUM a vu le corpuscule albuminoïde, ou *Nebenkörper* des cellules-mères, et il en rapporte aussi l'origine au noyau. NUSSBAUM dit que ce corps disparaît pendant la formation du fuseau nucléaire, ce qui est inexact, car on le retrouve à toutes les étapes de la caryocinèse (4).

D'après SABATIER (5), chez les décapodes et notamment chez l'*Astacus*, les cellules-mères naissent de la « paroi conjonctive » des culs-de-sac testiculaires. Il a vu les noyaux aplatis de cette paroi subir la division directe. Les nouveaux noyaux ainsi formés, sont entourés d'une zone très mince de protoplasme qui s'épaissit progressivement. Telle serait l'origine des éléments que SABATIER appelle « protospermatoblastes. » Ces premières cellules-mères donnent naissance par *genèse directe* à des éléments que l'auteur appelle *deutospermatoblastes*.

Ceux-ci apparaissent dans le protoplasme, au voisinage du noyau, sous la forme de plusieurs grains réfringents, chromatinés, qui se fusionnent de manière à former plusieurs masses brillantes, se colorant vivement, et qui, un peu plus tard, subissent quelques segmentations directes.

Ces deutospermatoblastes grossissent et acquièrent un petit nucléole central très réfringent. Ce sont eux qui vont se transformer en spermatozoïdes; ils correspondent donc à nos cellules spermatiques. Mais, avant de

(1) HERRMANN, C. R. de l'Acad. des Sc., 29 octobre 1883.

(2) NUSSBAUM. *Ueber die Veränderungen der Geschlechtsproducte bis zur Eifurchung*, Arch. f. Mikr. Anat. 1884, Zweites Heft.

(3) La Cytodiérèse, etc.

(4) Ibid., p.

(5) C. R. de l'Acad. des Sc., 9 février 1885.

subir d'autres différenciations ils sont mis en liberté par suite de la désagré-gation des protospermatoblastes qui les ont engendrés. Ceux-ci en effet s'atrophient; on en voit encore pendant un certain temps les noyaux perdus dans la masse des deutospermatoblastes qui remplit les culs-de-sac testicu-laires, mais bientôt ces noyaux eux-mêmes disparaissent.

SABATIER fait remarquer que les auteurs qui l'ont précédé se sont mépris sur l'origine et la signification de l'élément qui forme le spermatozoïde chez les crustacés. On l'a pris en effet pour un élément cellulaire provenant d'une vraie segmentation des cellules-mères (GROBBEN, NUSSBAUM, HERRMANN); tandis qu'il est - un corpuscule né par *genèse directe dans le protoplasme des spermatoblastes*. »

### Deuxième étape.

GROBBEN (1) décrit les transformations de la cellule spermatique chez de nombreuses espèces.

Chez les squilles, une partie du contenu du noyau de la cellule sperma-tique s'amasse à l'un des pôles, le reste demeurant plein d'un liquide aqueux. Cette substance, localisée à l'un des pôles, est d'abord granuleuse, mais plus tard elle devient homogène et hyaline. C'est elle qui représente la tête du spermatozoïde; elle devient sphérique, et se place au milieu de la cellule. Le reste du noyau disparaît; GROBBEN pense qu'il est résorbé par la tête.

Ainsi, chez les stomatopodes, c'est bien au contenu du noyau que ce savant attribue la formation de la tête. Il décrit des phénomènes analogues chez les carides, où il prend comme exemple le *Palemon rectirostris*. Comme dans les squilles, un espace vide apparaît dans le noyau, et bientôt il ne reste plus de ce dernier que la partie solide de son contenu; cette portion s'aplatit et devient la tête. Entretemps, le protoplasme édifie un prolongement rigide, inséré au centre du disque un peu renflé qui représente alors la cellule spermatique.

Chez les pagurides, les choses se passent différemment. La partie corres-pondant à la tête ne dérive plus du noyau, mais bien d'un corpuscule bril-lant qui apparaît dans le protoplasme. Le carmin colore vivement ce Nebenkern. GROBBEN ne dit pas explicitement que le noyau disparaît chez les pagurides, mais cela découle à la fois de son texte et de ses figures (2). Le protoplasme de la cellule forme les rayons du spermatozoïde, ainsi qu'une

(1) GROBBEN, Loc. cit.

(2) Ibid. Taf. III, FIG. 57 à 60.

pièce cylindrique, rattachée à la face inférieure de la tête, et qu'il appelle *Mittelzapfen*. Dès lors, pour lui, la tête ne dérive pas du noyau et le *Mittelzapfen* n'est pas le noyau non plus : ce dernier aurait donc disparu.

Les galathées et les brachyures lui ont offert des processus semblables.

Chez l'*Astacus fluviatilis*, il se forme, à côté du noyau aplati, une vacuole qui s'accroît beaucoup. Au point où la vacuole avoisine le noyau, il apparaît sur sa paroi une petite protubérance brillante, qui est probablement l'analogue du *Nebenkern*, car elle se colore par le carmin. Cette protubérance fait d'abord saillie dans la cavité de la vacuole; ensuite elle s'aplatit, s'étend au dessus d'elle, et finit par l'entourer en formant deux épaississements sur ses faces latérales (1). Pendant ce temps le noyau disparaît. La vacuole et son recouvrement dérivant de la protubérance brillante subissent encore des modifications; le protoplasme émet des prolongements qui deviennent les rayons, et le spermatozoïde revêt ainsi sa forme définitive.

Nous réservons à plus tard la critique de ces détails. Pour le moment nous nous bornerons à faire une remarque. GROBBEN a déclaré, au début de son étude, qu'il appellerait toujours *tête* (*Samenkopf*) la partie du spermatozoïde qui dérive du noyau (2). En cela nous sommes complètement d'accord avec lui : si l'on tient à conserver le terme *tête du spermatozoïde*, sans aucun doute c'est au noyau qu'il faut l'appliquer. Néanmoins après avoir fait cette déclaration, il rapporte la formation de la tête, non plus au noyau, mais, comme nous l'avons dit, à un corps brillant qui apparaît à côté du noyau, chez le *Paguristes maculatus*, l'*Eupagurus Prideauxii*, la *Galathaea squamifera* et les brachyures, ainsi que chez l'*Astacus*, où il dit positivement que le noyau disparaît (3). Il est bien vrai qu'il admet que ce corps brillant, attirant le carmin, résorbe le noyau, et finit par contenir toute la substance de ce dernier. Mais ce n'est là, de sa part, qu'une simple hypothèse. Il n'en reste pas moins établi par sa description que la tête dérive, dans les animaux précités, d'un « *Nebenkern* » ; en outre la portion qui contient le noyau pourrait se transformer en une autre partie du spermatozoïde, à laquelle il applique le terme « *Mittelzapfen*. »

D'après HERRMANN (4) la formation du spermatozoïde débute par l'appar-

(1) GROBBEN : loc. cit., Taf. III, FIG. 20 à 29.

(2) Loc. cit., p. 24. « Ich werde dabei stetz die Bezeichnung » Samenkopf « nur für den aus dem Kerne der Samenzelle hervorgegangen Theil des Samenkörperchens verwenden. »

(3) Id. p. 39 : « Der Kern ist mit diesem stadium verschwunden, und nur ein heller Raum bezeichnet die Stelle, wo er lag. »

(4) C. R. de l'Acad. des Sc., 29 octobre, 1883.

rition dans le spermatoblaste, ou cellule spermatique, d'un nouveau nodule, à côté du noyau. Ce nodule se transforme en une vésicule transparente. Au pôle antinucléaire de cette vésicule se montre une excroissance de la paroi, faisant saillie dans la cavité sous la forme d'une éminence conique; peu après une autre éminence, revêtant l'aspect d'un bâtonnet, se développe au pôle nucléaire. Ces deux éminences marchent l'une vers l'autre, se rencontrent et constituent par leur fusion une colonne centrale dans l'axe de la vésicule céphalique. Cette colonne est creuse chez beaucoup de crustacés.

Après avoir esquissé les traits généraux du processus de la différenciation spermatique, l'auteur décrit les formes diverses que prennent la vésicule et la colonne chez un certain nombre de macroures et de brachyures. L'absence de figures nous empêche de le suivre dans ses descriptions. Disons seulement qu'il voit le noyau former, chez les brachyures, une calotte hémisphérique, enveloppant la vésicule de toutes parts, sauf sur sa face antérieure. Chez les macroures la vésicule ne s'enfonce pas dans le noyau.

Il signale ensuite la contraction progressive et la diminution de volume que subit la cellule spermatique en se différenciant. Cette remarque est juste; nous l'avons faite aussi, à propos des insectes, dans la première partie de ce mémoire.

Il s'occupe enfin des prolongements radiés des spermatozoïdes. Chez les brachyures et l'*Astacus* « ces prolongements émanent du noyau du spermatoblaste. »

NUSSBAUM (1) n'est pas du même avis que GROBBEN. Il pense que chez l'*Astacus* la tête dérive du noyau. D'après lui, GROBBEN a considéré comme tête un appendice de la tête, analogue à celui que les auteurs ont désigné sous le nom de *Kopfkappe*.

D'après NUSSBAUM, il apparaît, à côté du noyau, un corpuscule qui devient la *Kopfkappe*. Le noyau forme la partie située en dessous de cette production, et constituant la tête du spermatozoïde. Cette dernière se colore plus intensément que tout le reste de la cellule.

Relativement au sort du noyau, NUSSBAUM est donc plus près de la vérité que GROBBEN; mais, à d'autres points de vue, sa description est moins exacte. Ce qu'il appelle *Nebenkern*, GROBBEN l'appelle avec raison vacuole chez l'*Astacus*. Les figures ne laissent pas de doute à cet égard. Le *Nebenkern*, d'où dérive la *Kopfkappe*, c'est la vacuole qui, d'après GROBBEN forme la tête avec l'aide d'un petit *Nebenkern* apparaissant à sa périphérie.

(1) NUSSBAUM, loc. cit.



Les différenciations compliquées que subit le deutospématoblaste, pour se transformer en spermatozoïde, sont décrites par SABATIER d'une manière très succincte. ~ Les deutospématoblastes parvenus à leur volume maximum, constituent des éléments cellulaires à petit nucléole dans lesquels la chromatine est à l'état diffus et où le noyau n'est pas encore différencié. Ils subissent alors les modifications suivantes. Il se fait d'abord une condensation qui constitue au centre un gros noyau. En même temps apparaissent dans le protoplasme, au voisinage du noyau des grains très réfringents, très chromatinsés.... Le noyau devient plat et se décolore.... ~ Les grains chromatinsés se portent surtout à l'un des pôles de la cellule, où ils se confondent en une masse homogène qui prend la forme d'une coupole. Le centre de la coupole s'amincit, et le noyau est poussé dans sa cavité; plus tard ce dernier s'atrophie et disparaît. Ensuite le centre de la coupole s'évanouit à son tour et ainsi se trouve formé un anneau. Une couronne de prolongements protoplasmiques complète le spermatozoïde.

### Troisième étape.

GROBBEN a vu des spermatophores chez tous les décapodes qu'il a étudiés. Mais il faut remarquer qu'il appelle spermatophore la masse unique, de consistance gélatineuse plus ou moins ferme, qui remplit le canal déférent et contient les spermatozoïdes chez les carides, le homard, l'écrevisse, la langouste, aussi bien que les élégantes et nombreuses capsules qui se les partagent chez les pagurides et la plupart des brachyures. Sans attacher trop d'importance à une question de mots, nous trouvons cependant préférable de réserver le terme de spermatophore pour désigner ces dernières productions. Le filament élastique qui renferme les spermatozoïdes chez le homard et ses pareils, n'est pas autre chose que le plasma spermatique devenu solide, et, bien qu'il présente à sa périphérie une couche légèrement différenciée, il ne constitue pas cependant une formation particulière douée de caractères morphologiques bien nets.

GROBBEN comprend de la manière suivante la formation des spermatophores proprement dits. La masse des spermatozoïdes qui sort des testicules s'entoure d'une membrane avant d'entrer dans la portion étroite et spiralée du canal déférent. Arrivée dans cette portion, elle se trouve divisée en petites masses sphéroïdales. Celles-ci, au sortir de la spirale, possèdent déjà une partie basale, formée par une sécrétion spéciale qui s'attache à elles. Ainsi, les spermatophores se formeraient tout en cheminant dans le canal déférent.

GROBBEN figure quelques spermatophores dans les genres *Eupagurus*, *Paguristes*, *Scyllarus*, *Porcellana* et *Galathæa*.

## OBSERVATIONS PERSONNELLES.

Les trois étapes présentent, chez les décapodes, des caractères tout particuliers qui sont loin d'en rendre l'étude aisée. Aussi n'est-ce pas sans appréhension que nous abordons ce chapitre.

Essayer de faire mieux que ses devanciers est un but toujours louable, mais souvent difficile à réaliser. Si nous pouvons espérer de l'avoir atteint, en quelque mesure, dans cette partie difficile de notre mémoire, nous le devons avant tout à la marche comparée de nos recherches et à l'emploi de procédés peut-être plus délicats, plus cytologiques, s'il nous est permis de donner cette forme à notre pensée, que ceux de nos prédécesseurs.

Nos observations ont porté sur beaucoup d'espèces. Elles nous ont valu l'acquisition d'un grand nombre de faits nouveaux et intéressants, re-produits dans de nombreuses figures, FIG. 414 à 672.

Nos méthodes ont été diverses.

Rappelons ici que l'étude des objets frais ou légèrement fixés et colorés par le vert de méthyle acide est pratiquée de longue date à l'institut cytologique de Louvain, comme étant, à l'heure qu'il est, la meilleure des méthodes d'observation; du reste, depuis la publication de la *Biologie cellulaire* de J. B. CARNOY, cette méthode trouve à l'étranger des partisans de plus en plus nombreux.

On peut s'assurer, en l'appliquant directement sous le microscope, qu'elle ne produit, en général, aucune altération dans les cellules. Celles-ci y sont prises sur le vif; la seule modification qui s'y manifeste est la coloration exclusive de l'élément nucléinien.

C'est assez dire que nous l'avons employée constamment dans cette partie de notre travail : l'étrangeté des objets, leur extrême délicatesse, la nécessité de contrôler les descriptions vagues et contradictoires des auteurs nous l'imposaient naturellement. Néanmoins nous avons eu recours aussi à d'autres méthodes; les difficultés particulières que nous éprouvions à chaque pas nous engageaient à varier nos procédés.

Ainsi, dans certaines circonstances, nous avons appliqué la méthode de BABÈS (surcoloration par la safranine et décoloration mesurée), mais sans en retirer d'avantage particulier.

Le carmin aluné, surtout celui de CZOCKORS, nous a servi quelquefois dans l'étude d'objets déjà traités par le vert de méthyle.

La méthode à l'acide sulfureux nous a rendu ici les mêmes services que chez les édriophthalmes.

En outre nous avons tenu, dans certains cas, à reproduire exactement les méthodes de nos prédécesseurs. Nos expériences nous ont démontré l'impossibilité d'arriver à des résultats certains et complets en utilisant ces méthodes : la chose serait déjà difficile chez les animaux où la spermatogénèse est plus simple, tels que les insectes, mais elle devient absolument impossible chez les crustacés.

Ces essais ont été utiles à un autre point de vue; ils nous ont révélé la cause des divergences qui existent entre certaines opinions de nos prédécesseurs et les nôtres. Cette cause réside principalement dans l'imperfection de leurs procédés, qui altèrent les objets délicats et ne donnent que des indications confuses, comme nous aurons l'occasion d'en fournir la preuve.

La comparaison des phénomènes qui se déroulent pendant les trois étapes de la spermatogénèse, chez les nombreuses espèces qui ont été soumises à nos recherches, nous amène à diviser les décapodes en deux groupes : le premier comprend la plupart des espèces, excepté celles des carides; le second se compose des carides seuls. La spermatogénèse de ces derniers diffère suffisamment de celle des autres décapodes pour qu'il soit utile de la décrire séparément.

Avant de nous engager dans l'étude des détails, nous avons jugé nécessaire de faire connaître la manière dont nous concevons la marche générale des trois étapes. Nous résumerons d'abord, dans quelques propositions succinctes, les faits que nous considérons comme fondamentaux et d'une existence générale; nous reprendrons ensuite, l'étude détaillée de chacun de ces traits généraux, pour en montrer l'extrême variation.

#### *Premier groupe.*

Parmi les nombreuses espèces de ce groupe, nous choisissons comme types celles qui nous paraissent les plus intéressantes, et qui nous sont le mieux connues; ce sont les suivantes :

*Astacus fluviatilis*; *Homarus vulgaris*; *Pagurus callidus*; *Pagurus striatus*; *Eupagurus Prideauxii*; *Clibanarius misanthropus*; *Paguristes maculatus*; *Galathea strigosa*; *Maja verrucosa*; *Xantho rivulosus*; *Carcinus maenas*; *Inachus scorpio*; *Stenorhynchus phalangium*; *Acanthonyx lunulatus*; *Dromia vulgaris*; *Dorippe lanata*; *Ethusa mascarone*.

## Première étape.

1. La cavité de la partie productrice de l'organe mâle ne renferme, à une certaine période, qu'une masse de protoplasme indivise, véritable plasmodium contenant de nombreux noyaux.

2. Ces noyaux présentent, en général, un élément nucléinien apparemment fragmenté.

3. Ils se multiplient par sténose, pendant une grande partie de l'année, sans qu'aucun phénomène de diérèse ne se produise dans le protoplasme qui les contient.

4. Mais, à un moment donné, celui-ci entre à son tour en mouvement et s'individualise autour d'un certain nombre de ces noyaux : ainsi naissent les métrocytes de première grandeur, d'où vont dériver tous les éléments spermatiques destinés à la prochaine saison de reproduction.

5. Les noyaux de ces premières métrocytes reconstituent tôt ou tard leur élément nucléinien à l'état filamenteux; lorsque cette modification tarde à se produire, ils peuvent encore se diviser par sténose.

6. Après la réformation du filament nucléinien, la caryocinèse apparaît. Ce phénomène coïncide avec les débuts d'une période de prolifération active des métrocytes issues du plasmodium.

7. La segmentation binaire seule se produit dans la multiplication de ces métrocytes.

8. Ce mode de division donne naissance à des cellules de plus en plus petites. Les cellules spermatiques sont donc, après les spermatozoïdes, les plus petits éléments du testicule.

## Deuxième étape.

*A. Modifications qui intéressent le protoplasme de la cellule spermatique.*

1. Il apparaît dans le protoplasme de la cellule spermatique une vacuole particulière qui se transforme en une vésicule hyaline.

2. Les particularités que présente le développement de cette vacuole sont très variables d'une espèce à l'autre.

On y constate souvent :

La perforation apicale de sa paroi;

La transformation consécutive de la vésicule en une coupe;



La formation d'une vésicule secondaire par dédoublement de la paroi en deux lames dont l'externe seule se dilate;

L'apparition d'une tigelle au centre de la paroi inférieure de la vésicule.

3. Outre la vacuole et les dérivés de ses parois, le protoplasme organise souvent des prolongements radiés dont la forme, le nombre et la disposition sont variables. Le cytoplasme est employé dans sa totalité à l'édification de toutes les parties qui demeurent incolores dans le vert de méthyle.

### *B. Modifications du noyau.*

Ces modifications comprennent :

1. Un changement de forme. De sphéroïdal qu'il était généralement, il passe à des formes particulières très variables, par exemple à celle d'un disque, d'une lentille concavo-convexe, d'une tige plus ou moins grêle, etc.

2. Une modification de son contenu, qui se manifeste extérieurement par l'avidité du noyau entier pour le vert de méthyle et les autres matières colorantes; les corps nucléiniens figurés deviennent dès lors moins apparents et finissent par disparaître; le noyau tout entier prend ainsi un aspect homogène.

### *Troisième étape.*

Certaines espèces organisent des spermatophores, d'autres n'en produisent pas.

Les spermatophores sont de deux espèces :

1° Dans la généralité des brachyures, ce sont des capsules sphéroïdales et libres.

2° Chez les macroures, ce sont habituellement des capsules munies d'un pédicule reposant sur une plaque basale; celle-ci est appliquée à la paroi du canal déférent.

Tels sont les principaux résultats de nos investigations. Le lecteur en trouvera le détail dans les pages suivantes. Nous avons jugé utile d'y joindre certaines remarques et certains rapprochements, propres à fixer la valeur des faits, et à leur donner une interprétation plus scientifique.

### *Première étape.*

1. *La cavité de l'organe mâle contient à un moment donné une masse de protoplasme indivise, véritable plasmodium renfermant de nombreux noyaux.*

La présence de ce plasmodium se constate le mieux sur des coupes. Les FIG. 415 à 419, 590, 606 et 607, représentant des sections microtomiques pratiquées dans les acinis testiculaires de l'*Astacus fluriatilis*, du *Maja verrucosa* et du *Xantho rivulosus*, en démontrent toutes l'existence.

Ce plasmodium se remarque déjà dans les FIG. 414 et 415, qui appartiennent respectivement à des *Astacus* sacrifiés le 1<sup>er</sup> juillet et le 3 août. On y reconnaît le protoplasme et les noyaux plasmodiques blottis contre la membrane propre de l'acini, en dessous des métrocytes. Mais ce protoplasme est surtout abondant et ces noyaux nombreux et gros dans la FIG. 416, qui reproduit l'aspect général des nombreuses coupes faites au commencement de décembre.

Voilà les faits.

Mais des doutes pourraient naître dans l'esprit du lecteur au sujet de leur réalité. Qui ne sait combien il est parfois difficile de délimiter, sur une coupe microtomique, certaines cellules délicates, disposées en massifs serrés? D'autre part, les histologistes n'ignorent pas que l'action de l'eau, celle des solutions alcalines ou salines, les fixations insuffisantes et surtout le montage des préparations dans les milieux résineux sont autant de causes qui peuvent amener la fusion au moins apparente des cellules.

Nous n'avons rien négligé pour nous mettre en garde contre ces causes d'altération et d'erreur.

L'extirpation du testicule a toujours été pratiquée à sec; nous avons proscrit l'usage des sérums et des solutions de chlorure sodique ou calcique.

Quant à la fixation, elle a toujours été énergique. Nous avons utilisé surtout la solution mercurique indiquée dans la première partie, p. 57. Nous nous sommes servi également des solutions à base de tannin, d'alun et d'autres styptiques; mais c'est toujours la liqueur mercurique qui nous a donné les meilleurs résultats.

L'inclusion dans le baume de canada et les autres milieux très réfringents a été écartée.

D'ailleurs, ni l'imprégnation des pièces, préalablement lavées à l'eau distillée, par le nitrate d'argent, ni le traitement au chlorure d'or, n'ont jamais fait apparaître de limites cellulaires dans la couche parsemée de noyaux, qui tapisse la face interne des acinis.

En dissociant les acinis on n'obtient que des lambeaux informes de protoplasme, entourant les noyaux plasmodiques; ce résultat est conforme à ceux qui sont fournis par les coupes.

L'existence normale d'un plasmodium n'est donc pas douteuse pour nous. Nos observations, sur ce point, confirment la manière de voir de GROBBEN; notre plasmodium représente en effet son blastème de remplacement (*Ersatzkeim*).

#### REMARQUES.

1. Bien qu'il soit généralement admis que la reproduction chez l'*Astacus* se fait en septembre, nous avons cependant rencontré des métrocytes en division jusque vers le 15 octobre, et des cellules spermatiques en différenciation jusqu'au commencement de novembre. Après cette époque, nous avons encore vu constamment les acinis plus ou moins remplis de spermatozoïdes achevés. Ce n'est qu'à la fin de décembre que nous avons commencé à les trouver vides, et à y observer des spermatozoïdes en dégénérescence, FIG. 417 *spd*.

Mais, à partir de novembre, les acinis ne contiennent en général plus une seule métrocyte, plus une seule cellule individualisée, abstraction faite des spermatozoïdes qui peuvent encore y trainer. Leur paroi se montre, dès ce moment, tapissée d'une couche de plasmodium fort riche en noyaux de dimensions variables, et qui se multiplient activement par sténose. Cet état des acinis est représenté dans la FIG. 416, dont la lumière est encore remplie de spermatozoïdes.

2. Sur l'origine première de ce plasmodium nous manquons d'observations personnelles. Mais GROBBEN<sup>(1)</sup> a trouvé dans un individu très jeune les acinis constitués par une simple couche de cellules tapissant la membrane propre, et dépourvus par conséquent de plasmodium; celui-ci dériverait de la fusion de ces cellules primitives.

Nous avons beaucoup regretté de ne pouvoir nous procurer en temps convenable de jeunes écrevisses, à l'effet de renouveler l'observation de GROBBEN, peu sujette à caution du reste, mais qui n'est malheureusement accompagnée d'aucun détail. Si le plasmodium résultait de la fusion des cellules qui, dans la figure de GROBBEN, occupent sa place, rien ne séparerait plus cette production des vrais plasmodiums des myxomycètes. D'un autre côté, ce fait serait à rapprocher de la fusion que nous avons signalée entre les cellules pariétales et les cellules spermatiques de l'*Asellus*.

Il est un autre fait qui plaide encore en faveur de cette origine du plasmodium : c'est sa continuité, vers le bas des tubes testiculaires ou vers la

---

(1) GROBBEN. Loc. cit., Taf. V. FIG. 9.

queue des acinis, avec la couche épithéliale qui tapisse la portion déférente et inactive de l'organe mâle.

Nous reprendrons sous peu nos recherches, en vue d'élucider ce point qui n'est pas dépourvu d'intérêt cytologique.

2. *Ces noyaux présentent généralement un élément nucléinien apparemment fragmenté.*

Ce fait se constate dans toutes celles de nos figures qui montrent le plasmodium. Mais la FIG. 420, qui représente sous un fort grossissement (1/12, 4) un des plus volumineux noyaux, est destinée à en donner une idée plus précise. On y voit, plongés dans le caryoplasma, des corpuscules nucléiniens à contours irréguliers et se colorant intensément par le vert de méthyle. La constatation de cette disposition suffit à établir notre thèse.

#### REMARQUE.

Après avoir noté cette apparence on peut se demander quelle est la signification de ces corpuscules nucléiniens.

Si la disposition filamenteuse doit être regardée comme la forme typique de l'élément nucléinien (1), ainsi que cela paraît se démontrer de plus en plus, il est probable que ces fragments dérivent, en dernière analyse, de la segmentation du filament nucléinien des cellules-mères qui ont vécu avant la formation du plasmodium. On sait en effet que le filament nucléinien se fragmente souvent, et que bien des nucléoles nucléiniens, ceux de certains œufs par exemple, empruntent leur origine à la scission du boyau primitif(2).

C'est probablement à un phénomène semblable qu'est due la formation des fragments nucléiniens de nos noyaux plasmodiques.

Toutefois, l'existence de tronçons séparés n'est pas de toute évidence, car, dans beaucoup de noyaux du moins, l'abondance du caryoplasma gêne l'observation et l'on conserve un doute au sujet de la scission du filament.

J. B. CARNOY a signalé plusieurs exemples d'une simple fragmentation interne, c'est-à-dire du contenu du boyau nucléinien(3). Les portions nucléiniennes dans ce cas demeurent reliées par des portions incolores, également limitées par la gaine plastiniene du filament primitif. Ces portions intermédiaires ne sont pas faciles à distinguer. De plus, elles peuvent s'étirer et s'amincir à divers degrés. Aussi conçoit-on qu'elles puissent se trouver

(1) Voir J. B. CARNOY, *Biologie cellulaire*, p. 212, etc.

(2) Id., p. 221 et sqq. — *La Cytodiérèse de l'œuf*, plus haut, p. 11.

(3) Id., p. 231, fig. 90. — *La Cytodiérèse chez les arthropodes*, p. 199, 203, etc.



complètement masquées par le caryoplasma; d'autant plus que ce caryoplasma est très dense dans les noyaux plasmodiques des crustacés. Dans le but d'élucider ce point, c'est-à-dire de constater l'indépendance ou l'union, nous avons fait subir à ces noyaux des réactions diverses. L'action des bases, la potasse au 1/100 et le cyanure de potassium, qui gonflent la nucléine avant de la dissoudre, ne nous ont fourni aucune indication à ce sujet.

D'autre part, la digestion du caryoplasma par les solutions de ferments n'a pas davantage décidé la question. En effet, les cordons incolores qu'elle laisse subsister entre les divers fragments nucléiniens ne diffèrent pas des plus grosses trabécules du réticulum caryoplasmatique.

Un autre agent très énergique, l'acide fluorhydrique, dont nous étudions encore l'action en ce moment, produit sur les blocs nucléiniens un effet inattendu. Que l'on expose une préparation du testicule dissocié aux vapeurs de cet acide pendant une minute, qu'on la monte ensuite dans la solution de RIPART et PETIT ou dans la solution glycinée (1), et l'on trouvera ces corps bien changés : de fragments solides et plus ou moins anguleux qu'ils étaient dans leur état naturel, ils ont passé à la forme de vésicules sphériques, ovoïdes ou irrégulières, présentant un centre vide, FIG. 421 à 425. A côté de ces vésicules se voient ordinairement des granules et des tronçons de filaments nucléiniens. Très souvent aussi les vésicules sont brisées et présentent alors l'aspect d'un anneau ouvert, FIG. 422 et 423. Leur volume est très variable, comme du reste celui des blocs nucléiniens intacts. Mais il nous semble que l'acide y produit toujours un certain gonflement. Les vésicules de la FIG. 423 par exemple, dépassent en grandeur les plus volumineux corps nucléiniens que l'on puisse remarquer dans les noyaux frais, ou fixés par les vapeurs d'acide osmique. Il arrive que toutes les vésicules accolées se soudent et paraissent former un réticulum à larges mailles, FIG. 424. Par quel mécanisme les vapeurs d'acide fluorhydrique produisent-elles ces changements? Une partie de la nucléine est-elle dissoute, ou bien la production du vide interne est-elle due à une autre cause?

Est-ce que, par exemple, chaque bloc nucléinien, au lieu d'être un simple segment court et gros du filament primitif, n'est pas plutôt un peloton serré, formé par la division de ce filament en petites portions enroulées que l'action de l'acide déroulerait plus ou moins? La forme irrégulière de ces

---

(1) Voir plus haut, *Méthode*.

blocs et leur structure interne qui, à l'état naturel, n'est pas homogène, ne font qu'autoriser cette hypothèse.

Quoi qu'il en soit, loin de rendre évidente l'union de ces blocs, l'action de l'acide fluorhydrique ne fait qu'accentuer leur isolement individuel, FIG. 423.

Mais arrêtons-nous ici, car il suffit, dans un mémoire spécial, de signaler les particularités qui n'ont pas de rapport direct avec le sujet traité et dont l'étude est du domaine de la cytologie générale. Nous devons seulement constater l'apparence fragmentée persistante de l'élément nucléinien dans les noyaux plasmodiques. Cette apparence se retrouve dans d'autres espèces de noyaux. Des recherches dans ce sens se poursuivent à l'institut cytologique.

3. *Ils se multiplient par sténose, pendant une grande partie de l'année, sans qu'aucun phénomène de diérèse ne se produise dans le protoplasme qui les contient.*

Trois faits nous conduisent à cette conclusion, ce sont :

- a) L'augmentation du nombre des noyaux plasmodiques;
- b) L'absence de caryocinèses,
- c) Et la présence de nombreux noyaux étranglés.

a) Le premier fait se constate aisément. Il suffit, pour acquérir la certitude à son sujet, d'étudier la constitution du testicule pendant une période de deux ou trois mois, de préférence de septembre à décembre chez l'*Astacus fluviatilis*, et un peu plus tôt chez les autres décapodes, surtout chez les espèces méditerranéennes.

Les FIG. 414, 415 et 416 font voir la richesse moyenne des acinis en noyaux plasmodiques, chez l'*Astacus fluviatilis*, respectivement aux mois de juillet, d'août et de décembre.

b) Que la caryocinèse ne se produise pas dans les noyaux plasmodiques, c'est ce que nous a démontré une série d'observations assez longue pour ne pas nous laisser de doute à cet égard. Pas une seule figure caryocinétique ne s'est offerte à nos regards, au sein du plasmodium, dans aucune des nombreuses espèces qui ont fait l'objet de nos recherches.

c) Enfin la présence habituelle, surtout de septembre à décembre, de tous les stades imaginables de la sténose nucléaire dans le plasmodium suffirait déjà à elle seule pour justifier notre assertion. Tous les intermédiaires s'observent entre le simple sillon, à peine indiqué à la surface du noyau, jusqu'au profond étranglement qui le divise en deux moitiés presque entièrement séparées. Nos figures en offrent de nombreux exemples.

Nous avons dit que le plasmodium demeure longtemps sans se diviser, pendant que ses noyaux se multiplient; en effet le nombre des noyaux qu'il renferme augmente progressivement d'une manière notable.

4. *Mais, à un moment donné, le protoplasme entre à son tour en mouvement et s'individualise autour d'un certain nombre de noyaux.*

Telle est l'origine des métrocytes de première grandeur d'où vont dériver tous les éléments spermatiques destinés à la prochaine saison de reproduction.

La formation de cellules aux dépens du plasmodium se voit dans les FIG. 417 et 418 de l'*Astacus*, 606 et 607 du *Xantho*. On y remarque quelques cellules qui évidemment viennent de se découper dans la masse commune. Les deux figures d'*Astacus* ont été prises à la fin de décembre, FIG. 417, ou au commencement de janvier, FIG. 418.

À côté des cellules déjà formées, on remarque dans les deux acinis de l'*Astacus* des plages entières encore recouvertes de la masse plasmodique indivise. Ce stade ne représente en effet que le début du phénomène. En avril on trouve des acinis contenant un plus grand nombre de cellules disposées en une seule couche ininterrompue, et présentant déjà en coupe l'aspect de la FIG. 414, prise le 1<sup>r</sup> juillet.

Nous voilà donc revenus à la période à laquelle nous avons déjà signalé plus haut *la présence du plasmodium*. C'est assez dire que tous les noyaux du plasmodium ne s'entourent pas de protoplasme pour constituer des métrocytes. Un certain nombre d'entre eux demeurent inclus dans la masse plasmodique, fortement diminuée sans doute, mais qui persiste toujours entre la membrane propre de l'acini et les cellules qui viennent de naître.

De janvier à juin, la masse plasmodique diminue donc, et les noyaux qu'elle contient deviennent plus rares. Mais, d'autre part, les métrocytes deviennent de plus en plus nombreuses. La comparaison des FIG. 416 (décembre), 414 (premier juillet), suffirait à la rigueur pour prouver ces faits. Nous y ajoutons par surcroît les FIG. 417 et 418, prises pendant l'hiver entre ces deux époques, et dans lesquelles le phénomène de la plasmodiérèse est, pour ainsi dire, surpris en flagrant délit au sein du plasmodium.

Les cellules ainsi formées sont les premières métrocytes de l'année. Elles vont s'accroître notablement, ainsi que le montre la FIG. 414, dessinée en juillet, puis se diviser pour donner naissance à d'autres générations de métrocytes. La sténose des noyaux du plasmodium a donc pour but la formation des métrocytes de première grandeur.

## REMARQUE.

Sur l'origine des métrocytes nous sommes d'accord avec GROBBEN (1). Cet auteur les fait dériver comme nous de la couche indivise qu'il appelle blastème de remplacement.

Quant à l'opinion de SABATIER qui rapporte leur origine aux cellules de la membrane propre du testicule, elle n'est évidemment pas soutenable. Si ces « cellules conjonctives » se divisent, ce phénomène ne peut avoir de rapport qu'avec l'agrandissement de l'organe entier, et nullement avec la genèse des éléments spermatiques. Cet auteur ne s'est du reste pas attaché spécialement à rechercher l'origine des premières métrocytes. Pas plus que HALLEZ, il n'a observé le plasmodium qui leur donne naissance.

5. *Les noyaux de ces premières métrocytes reconstituent tôt ou tard leur élément nucléinien à l'état filamenteux bien évident. Si cette modification tarde à se produire, ils peuvent encore se multiplier par sténose.*

Ce changement dans la constitution de l'élément nucléinien se manifeste dès le mois de janvier dans certains noyaux, mais c'est plus tard qu'il se produit activement. Il n'est point difficile de distinguer les noyaux qui en sont le siège. En effet, la différence d'aspect entre les noyaux à nucléine fragmentée et ceux qui renferment cet élément à l'état filamenteux, frappe à première vue.

Il est moins facile de suivre pas à pas les modifications qui font passer l'élément nucléinien de son état primitif à sa constitution nouvelle. Les difficultés de cette observation sont liées à l'ignorance dans laquelle nous sommes de la véritable signification et de la constitution des fragments nucléiniens.

Nous avons cependant rencontré en abondance divers stades intermédiaires du phénomène. Les FIG. 426 et 427 en représentent deux qui sont tout à fait caractéristiques.

Dans la première, on voit très nettement que certains fragments sont réunis par des cordons plus minces et souvent incolores. De plus, certains de ces fragments sont effilés à leurs deux extrémités.

La seconde, FIG. 427, offre un stade ultérieur du phénomène. Bientôt, à côté de fragments semblables unis entre eux, on trouvera des tronçons assez longs et présentant le même aspect que le filament pelotonné des cellules plus avancées, dont la FIG. 428 offre un exemple.

(1) GROBBEN : loc. cit.



Qu'elle est la signification de ces trabécules incolores qui unissent les fragments colorés? Représentent-elles des portions étirées de la gaine plastinienne du filament primitif, qui dès maintenant se fortifient et tendent à reprendre un calibre plus fort; ou bien sont-elles plutôt de simples cordons plastiniens; appartenant au réticulum du caryoplasma, qui vont réunir tous les fragments, se creuser et former la gaine plastinienne du filament reconstitué? Ces questions nous ne pouvons les résoudre. Nous les croyons d'une étude fort délicate et difficile, aussi bien que celle des modifications qui se produisent dans l'intérieur des fragments pour reconstituer le filament. Du reste, si intéressantes qu'elles soient au point de vue cytologique, elles ont avec notre sujet trop peu de rapports directs, pour qu'il nous soit permis d'y insister d'avantage.

A la rigueur, il eût suffi à notre thèse de montrer simplement au lecteur des *noyaux à filament* parmi les cellules qui, dans leur jeune âge, ne renferment que des *fragments nucléiniens* irréguliers, à l'instar des noyaux plasmodiques eux mêmes. Nous y avons ajouté l'étude rapide de quelques stades intermédiaires entre ces deux états extrêmes.

Les FIG. 414/1 et 419, reproduisant les cellules dont nous avons étudié plus haut la genèse, montrent dans certaines d'entre elles l'élément nucléinien sous sa nouvelle forme; à côté de celles-ci, s'en trouvent d'autres où cet élément revêt encore sa structure fragmentée primitive, intacte ou plus ou moins modifiée. Ces mêmes détails se voient également dans toutes nos figures qui représentent des coupes du testicule.

Cette transformation de l'élément nucléinien suit de plus ou moins près la genèse des premières métrocytes aux dépens du plasmodium.

Il nous est arrivé, quoique rarement, de la voir précoce, au point de se produire déjà avant la division du protoplasme, dans certains noyaux du plasmodium. Le testicule dont un acini est représenté en coupe dans la FIG. 417 en renfermait plusieurs. Le plus souvent, elle est au contraire tardive; car les grandes métrocytes que contient le testicule en juillet, FIG. 414, *fr*, très souvent renferment encore un noyau ne différant des noyaux plasmodiques que par son volume plus fort; la nucléine y est encore fragmentée.

Il n'est pas très rare d'observer dans les cellules de ce genre un noyau étranglé. De plus, nous en avons vus qui contenaient deux noyaux à nucléine fragmentée. Ces deux faits démontrent que la sténose peut encore se produire dans les noyaux plasmodiques, même après leur inclusion au sein des

métrocytes individualisées. Du reste la sténose paraît être le seul mode de division qui se produise dans les noyaux aussi longtemps que l'élément nucléinien y demeure fragmenté.

Mais, tôt ou tard, la nucléine reprend sa forme typique et les métrocytes de première grandeur possèdent toutes, à une certaine période de leur développement, les splendides noyaux que nous sommes efforcés de reproduire dans la FIG. 428 et que J. B. CARNOY a si bien étudiés surtout à l'état cinétique (1).

6. *Après la reformation du boyau nucléinien la caryocinèse apparaît. Ce phénomène coïncide avec les débuts d'une période de prolifération active des métrocytes issues du plasmodium.*

C'est en juillet surtout que s'observe la cinèse des métrocytes de première grandeur. Les particularités très intéressantes de ce phénomène ont été décrites et figurées l'an dernier par J. B. CARNOY (2); nous ne pouvons mieux faire que de renvoyer le lecteur à son mémoire.

Il arrive que cette première division se produit presque simultanément dans toutes les métrocytes d'un même acini.

Les cellules qui en naissent ne tardent pas à se diviser à leur tour, et leurs descendants font de même; car, jusqu'à la fin d'août, les figures caryocinétiques sont nombreuses.

Du reste, le grand nombre de cellules que contiennent les acinis vers cette époque indique assez qu'une grande activité diérétique a du y régner, depuis le moment où le filament nucléinien s'est reconstitué.

7. *La segmentation binaire s'observe seule dans les métrocytes des décapodes.*

C'est-à-dire que la plasmodiérèse y suit toujours la première division nucléaire. L'absence de cellules multinucléées démontre ce fait; cette absence est générale chez tous les décapodes que nous avons étudiés.

Les très rares cellules à quatre ou cinq noyaux, que l'on peut rencontrer çà et là parmi les métrocytes, constituent des anomalies.

Nous n'avons jamais observé d'autre mode de multiplication cellulaire dans les éléments spermatiques. Nous ne pouvons donc admettre l'existence de l'étrange processus de « genèse directe » qui, d'après SABATIER, donnerait naissance à certaines cellules qu'il appelle deutospematoblastes. C'est à tort aussi, selon nous, que HALLEZ décrit dans ces cellules des phénomènes de formation endogène.

(1) J. B. CARNOY. *La Cytodiérèse chez les Arthropodes*, Revue *La Cellule*, p. 318, Pl. VII.

(2) Ibid.

8. *Ce mode de division donne naissance à des cellules de plus en plus petites. Les cellules spermatiques sont donc, après les spermatozoïdes, les plus petits éléments du testicule.*

A maintes reprises déjà nous avons eu l'occasion de signaler ce fait. Chez les décapodes, comme chez tous les autres animaux précédemment étudiés, l'accroissement individuel des cellules-filles est trop lent pour que ces éléments aient repris la taille de leur cellule-mère à l'instant où une nouvelle division les surprend.

Toutefois ces cellules se nourrissent et s'accroissent notablement entre chaque division. L'augmentation de leur masse globale le démontre à l'évidence; la cavité testiculaire, libre et béante, ou remplie de spermatozoïdes dégénérés pendant la période de repos relatif, se trouve, à la fin de la première étape, fort rétrécie, presque entièrement obstruée par les jeunes métrocytes et par les cellules spermatiques.

Les FIG. 429, 430 et 431 représentent des cellules spermatiques jeunes.

#### REMARQUE.

Signalons encore ici une anomalie curieuse observée dans plusieurs autres groupes : l'inachèvement de la dernière segmentation. La FIG. 445 en est un exemple. La plasmodiérèse dans l'élément représenté ne s'est point faite. Il en est résulté que deux noyaux se trouvent enfermés dans une seule masse de protoplasme, qui subit les modifications ordinaires de la cellule spermatique normale. Si la division ne s'achève pas après coup, il s'en suivra la formation d'un spermatozoïde à deux noyaux, c'est-à-dire d'une sorte de monstre à deux têtes.

Ces observations ont porté principalement sur l'*Astacus fluriatilis*. Chez nul autre décapode, nous n'avons pu suivre les phénomènes de la première étape d'une manière aussi continue et pendant un temps aussi long que chez cet habitant de nos ruisseaux. Mais tous les stades que nous avons notés isolément chez les espèces les plus diverses, tant de la Méditerranée que de la mer du Nord, loin de s'écarter des processus que nous venons de décrire, nous ont toujours confirmé dans l'opinion que ces processus sont les mêmes partout, à part quelques différences de détails, telle que la disposition du massif plasmodique, etc., et cela aussi bien dans les testicules qui sont formés d'acinis que dans ceux qui sont tubulaires. Un exemple de ceux-ci nous est fourni par le *Maja verrucosa*, FIG. 590. Chez ce brachyure, le plasmodium, à une époque déterminée de l'année, ne s'étale pas sur toute

la surface interne de la cavité testiculaire. Il constitue une bande longitudinale épaissie comme GROBBEN l'a déjà remarqué. Mais avec le temps cette bande s'étend; elle couvre une portion beaucoup plus grande de cette surface, et se rencontre le plus souvent sur toute la section transversale du tube. Le plasmodium est alors à l'apogée de son développement. Plus tard il donne naissance aux métrocytes, et par suite se réduit beaucoup. Dans la FIG. 590, le travail diérétique est près d'être achevé; beaucoup de métrocytes sont déjà découpées. Cependant les restes du plasmodium sont encore considérables. D'un côté, on le retrouve, sur cette coupe transversale, sous la forme d'une bande en croissant *rpl*. Cette portion semble constituer une réserve destinée à la saison de reproduction suivante. De l'autre côté, on reconnaît encore sa présence au niveau du massif de métrocytes, grâce aux noyaux plasmodiques à nucléine fragmentée qui s'aperçoivent entre ce massif et la membrane du tube; ces derniers restes sont faibles, surtout pendant la période de multiplication des métrocytes, mais ils se retrouvent cependant à toute saison. On voit encore dans cette figure des restes du plasmodium en dedans du massif de métrocytes, entre celles-ci et la colonne de spermatozoïdes formés, qui remplit la lumière du tube. Ce fait indique qu'ici la délimitation des métrocytes ne débute pas au bord interne de la couche plasmodique, comme chez l'*Astacus*, mais bien au sein même de cette couche. Nous ignorons du reste si cette couche interne continue à donner des métrocytes, ou bien si elle reste quiescente; toutefois cette dernière hypothèse nous paraît plus probable. Nous pensons que cette couche, refoulée toujours par la masse des métrocytes qui s'accroissent en se multipliant, se confondra, après le départ des spermatozoïdes, avec les autres restes du plasmodium; entretemps ceux-ci vont s'accroître comme nous l'avons dit plus haut.

Cette bande interne ne manque presque jamais.

Des observations analogues peuvent se faire dans le *Xantho rinulosus*, FIG. 606 et 607. Le stade représenté dans ces figures, en coupe transversale et en coupe longitudinale, est moins avancé que le précédent; la scission du plasmodium ne fait qu'y débiter.

#### *Remarques sur les observations antérieures.*

GROBBEN signale la présence du plasmodium, qu'il appelle *Ersatzkeim*, et en fait naître les premiers métrocytes. Il fait aussi la remarque très juste que la sténose seule s'observe dans les noyaux du plasmodium, tandis que dans les métrocytes la cinèse entre en vigueur. Nos observations



confirment donc dans ses grands traits sa description de la formation et de la multiplication des cellules-mères. Nous les avons seulement complétées par l'exposition des changements successifs que nous avons vu survenir dans les acinis testiculaires, en suivant leur développement pas à pas durant une année entière chez l'*Astacus fluviatilis*. De plus nous sommes entré dans l'étude de certains détails, ceux de la structure des noyaux et de ses modifications par exemple, que GROBBEN ne traite pas ou ne fait qu'effleurer.

En somme, l'étude des phénomènes appartenant à la première étape constitue la meilleure partie du travail de GROBBEN.

Les observations de NUSSBAUM, moins complètes relativement à l'origine des cellules-mères, sont pourtant d'accord avec celles de GROBBEN et les nôtres.

Celles de HERRMANN sont encore plus succinctes, en ce qui concerne la première étape; elles sont néanmoins conformes à la réalité et appuient aussi notre manière de voir.

La description de HALLEZ, qui admet la formation de cellules multinucléées et par suite la division endogène, aussi bien que celle de SABATIER sont évidemment erronées. Le travail de SABATIER contient la description d'un mode des plus singuliers de « *genèse directe* » des deutospERMATOBlastes. Nous avons cherché vainement à reproduire les apparences trompeuses qui ont pu conduire l'auteur à des conclusions aussi peu en harmonie avec les données actuelles de la cytologie sur la genèse du noyau et de la cellule en général.

Il est assez étonnant que GROBBEN soit le seul qui ait fait mention du plasmodium périphérique.

### Deuxième étape.

Le développement de la cellule spermatique présente, chez tous les décapodes étudiés par nous, les mêmes traits fondamentaux, excepté chez les carides.

Mais si l'on s'attache à étudier les détails de ce développement d'une manière comparée, on trouve au contraire que la plus grande variété règne dans ce groupe; en effet, à part un seul détail, la formation de la vacuole dont nous avons parlé dans notre résumé général et qui est caractéristique, tous les traits de la structure des spermatozoïdes sont fort variables d'une espèce à l'autre. Aussi serons-nous obligé d'en faire l'étude séparément dans les espèces que nous choisirons comme types.

Signalons ici l'avantage que nous avons retiré de la méthode des doubles colorations. L'application successive ou simultanée du vert de méthyle, de la safranine et du brun BISMARCK nous a été fort utile dans l'étude de la deuxième étape, en nous permettant de distinguer plus facilement les dérivés du protoplasme des productions nucléiniennes.

Or, cette distinction est fondamentale; c'est le seul point important que présente l'étude de la deuxième étape, et c'est aussi celui sur lequel les auteurs sont le moins d'accord.

Pour éviter toute équivoque, nous n'emploierons jamais le terme *tête* du spermatozoïde. Cette dénomination s'applique fort mal au spermatozoïde de la plupart des décapodes. On doit d'ailleurs considérer la formation du spermatozoïde, aux dépens de la cellule spermatique, comme l'un des innombrables cas particuliers de la différenciation cellulaire. C'est pourquoi nous trouvons bien inutile de nous servir du mot *tête*. Nous en jugeons même l'usage nuisible, jusqu'à un certain point contraire à la précision scientifique et susceptible d'engendrer des malentendus entre les observateurs, surtout lorsque le spermatozoïde ne rappelle en rien la forme d'un être muni d'une tête (1).

### *Astacus fluviatilis.*

Avant de commencer notre description, nous prions le lecteur de prendre connaissance des objets dont nous allons parler, en jetant les yeux sur les FIG. 429, 430, 444 et 449 de notre PL. XI.

La première, FIG. 429, représente une cellule spermatique vue de face.

La seconde, FIG. 430, reproduit la même cellule vue de profil. Une légère pression exercée sur le couvre-objets a suffi pour la placer dans cette deuxième position. La cellule spermatique de l'*Astacus* prend donc une forme aplatie, et son noyau, comme le montre encore la FIG. 431, revêt aussi la forme d'un disque.

Les FIG. 444 et 449 représentent deux variétés de la forme adulte du spermatozoïde, c'est-à-dire du produit de la différenciation de la cellule précédemment figurée.

Cette forme de spermatozoïde est singulière. On n'y reconnaît plus

---

(1) Nous avons beaucoup regretté le léger cachet d'irrégularité que notre graveur a imprimé à la plupart des figures de la PL. XII, alors que tous les détails de la cellule spermatique en évolution et surtout ceux du spermatozoïde : tigelle, vésicule, coupe affectent au contraire une régularité et une élégance de forme tout à fait remarquables.

aucun caractère de la cellule spermatique. Il faut donc que cette cellule subisse dans toutes ses parties des modifications profondes. Celles-ci sont mises sous les yeux du lecteur dans les FIG. 431 à 440, qui représentent quelques stades intermédiaires aux deux termes extrêmes sur lesquels nous venons d'attirer l'attention.

Nous étudierons séparément les modifications qui intéressent le protoplasme et celles qui ont pour siège le noyau.

Les premières aboutissent à la formation de toutes les parties du spermatozoïde, que le vert de méthyle laisse incolores, mais qui prennent dans la safranine et surtout dans le brun BISMARCK une coloration assez intense.

Ces parties sont : 1° une vésicule à parois hyalines FIG. 444 $\nu$ , pouvant se transformer en une coupe FIG. 440 et 447;

2° Un bouton *t* inséré au centre du fond de la vésicule, ou de la coupe. Nous le désignerons sous le nom de *tigelle*, terme qui s'applique bien à cette production dans la plupart des espèces;

3° Des prolongements radiés *p*.

Les modifications du noyau ont pour résultat de transformer cet élément en une sorte de coussinet supportant la vésicule de la coupe et la tigelle, et donnant insertion à la couronne de prolongements. Il se produit aussi des modifications dans sa constitution interne.

#### A. Modifications du protoplasme.

1° La vésicule ou la coupe.

Cette production dérive de la transformation d'une simple vacuole qui apparaît dans le cytoplasme.

C'est ce que démontrent nos FIG. 431 à 436. Cette vacuole est encore très rudimentaire dans la FIG. 431. Il arrive qu'au premier moment de sa formation on en observe deux ou plusieurs qui alors ne tardent pas à se fusionner pour n'en plus constituer qu'une seule.

Nous ne l'avons jamais vu débiter par l'apparition d'un corps solide qui se creuserait ensuite en se dilatant, comme le veut HERRMANN.

Son contenu présente l'aspect hyalin des vacuoles ordinaires. Il possède cependant une réfringence qui semble indiquer une certaine concentration du suc cellulaire qui le constitue. A la manière de beaucoup de vacuoles, il absorbe parfois le carmin et la safranine avec assez d'intensité pour prendre une teinte un peu plus vive que le protoplasme. La vacuole est limitée

par une mince membrane, provenant de la condensation du réticulum plasmatique, phénomène qui s'observe très souvent dans les vacuoles sans destination spéciale.

L'étude de son développement met en relief la signification particulière de cette vacuole. Suivons des yeux, sur les **FIG. 431 à 436**, quelques phases de son évolution.

Nous remarquons tout d'abord qu'elle s'agrandit, et prend sans tarder un volume assez considérable pour modifier la forme extérieure de la cellule spermatique. Celle-ci devient bientôt sphérique, ou même plus ou moins ovoïde, en même temps qu'elle subit une notable augmentation de volume. Tout en se dilatant, la vacuole semble ronger le protoplasme qui l'entoure; il se réduit à vue d'œil. Il n'en reste déjà plus, dans la **FIG. 432**, que deux petits amas refoulés vers le haut et une mince couche autour du noyau. Plus tard, on ne trouve dans toute la cellule la moindre trace de protoplasme non différencié. Celui-ci paraît donc se consommer par digestion progressive pendant le travail de différenciation qui s'opère. Peut-être aussi subit-il une condensation considérable, pour organiser la substance hyaline et résistante qui constitue à elle seule les parois de la vésicule ainsi que les prolongements radiés.

Si, d'un côté, la vacuole se dilate et si, de l'autre, le protoplasme disparaît, il est clair que la membranule de la vacuole, à un moment donné, rencontrera la membrane cellulaire. C'est ce qui a lieu effectivement. Bientôt en effet ces deux membranes cessent d'être distinctes; elles se sont donc accolées et soudées, de manière à former une membrane unique et en apparence homogène.

Tout le développement de la vésicule vacuolaire se réduit souvent à cette dilatation et à cette modification des parois. Il aboutit alors à la formation d'une vésicule qui revêt d'ordinaire la forme représentée par la **FIG. 444**. Mais habituellement ce développement se complique légèrement: il s'établit une perforation au sommet de la vésicule.

La **FIG. 435** montre ce pertuis à ses débuts: il n'est encore qu'un pore très étroit.

Il se retrouve parfois sous ces faibles dimensions dans le spermatozoïde mûr. Mais il peut s'élargir beaucoup et, le plus souvent, son diamètre finit par égaler celui de la vacuole elle-même. La vésicule se transforme ainsi en une coupe largement ouverte. Celle-ci, à la maturité du spermatozoïde, est plus ou moins évasée et plus ou moins profonde. Notons que l'endroit



où doit s'établir la perforation présente quelquefois un léger épaississement, FIG. 439.

Considérons également les figures 449 et 450. Ces figures, qui nous occuperont encore plus tard, nous montrent, aussi bien que la FIG. 439, les parois protoplasmiques de la vésicule extrêmement peu développées. C'est le noyau ici qui s'est bombé et déformé, de manière à constituer les parois de la vésicule. Le cytoplasme, très réduit, n'en constitue que le plafond. Cette variété de spermatozoïdes est assez commune et ne paraît pas constituer une véritable anomalie.

Comme on le remarquera, notre manière de voir, au sujet du développement de la vésicule, diffère entièrement de celle de NUSSBAUM qui regarde cette portion comme un simple corpuscule destiné à donner ce qu'il appelle la « Kopfkappe ». Il y a cependant quelque chose d'exact dans l'opinion de NUSSBAUM : c'est que la vacuole et ses produits sont les analogues de la portion achromatique qui surmonte le noyau du spermatozoïde des locustiens (1), et à laquelle le terme « Kopfkappe » a été appliqué. Elle est analogue aussi au segment procéphalique dont nous avons signalé l'existence chez-divers animaux (2).

#### REMARQUES.

Notons ici une particularité assez fréquente et qui, pour être accidentelle, n'en est pas moins curieuse ; elle est reproduite par la FIG. 442. L'énorme vésicule, portée par le spermatozoïde représenté dans cette figure, est occasionnée par la dilatation exagérée de la vacuole.

On voit cependant que la paroi de cette vacuole n'est pas intéressée tout entière dans cette dilatation excessive. A la base de la grande vésicule, on retrouve une petite chambre qui possède à peu près la même grandeur et la même forme que la vésicule perforée de la FIG. 435. La paroi de la grande vésicule rencontre en bas celle de cette chambre normale, et se confond avec elle. Celle-ci paraît ainsi s'être clivée en deux feuillets dont l'un, interne, s'est perforé et a conservé sa forme et ses dimensions ; et dont l'autre, externe, ne s'est pas perforé, mais a cédé à une pression interne qui l'a violemment distendu. La structure de ce spermatozoïde monstrueux est de nature à compléter nos connaissances au sujet de l'évolution normale de la vacuole.

(1) *Spermatogénèse des arthropodes*, p. 109.

(2) *Idem.* p. 69, 123, etc.

a) L'existence des deux feuillets que nous venons de mentionner nous semble fournir une indication sur le mode de formation de la membrane vacuolaire.

On pourrait admettre, il est vrai, que ces deux feuillets résultent d'un simple phénomène de clivage, tel que peuvent en subir tant de membranes cellulaires. Mais il paraît plus naturel de penser que leur séparation est primitive, et résulte au contraire d'une absence de soudure entre deux lames distinctes dès le début. Ces deux lames sont en réalité séparées pendant le développement de la vacuole : l'une est la membrane propre de la vacuole ; l'autre la membrane de la cellule spermatique. Lorsque la vacuole a atteint un certain développement, sa membrane entre en contact immédiat avec la membrane de la cellule, et normalement s'y soude et se confond avec elle en une seule couche d'apparence homogène. En tout cas, le protoplasme, qui précédemment séparait ces deux feuillets, disparaît totalement.

Le feuillet interne perforé de la FIG. 442 serait donc la membrane propre de la vacuole, épaissie et fortifiée.

L'externe qui est dilaté représenterait la membrane cellulaire primitive, l'enveloppe propre de la cellule spermatique.

La rencontre des deux feuillets, dans le spermatozoïde qui nous occupe, s'est peut-être faite normalement, mais leur soudure ne s'est pas produite.

b) Un autre détail est mis en évidence par la disposition particulière de ce spermatozoïde, c'est la marche centrifuge de la perforation. Il est clair que le feuillet interne est entamé le premier, puisqu'il peut présenter une perforation même quand l'externe y échappe ; tandis que le cas inverse ne s'observe jamais.

c) Enfin l'énorme dilatation du feuillet non perforé est un indice certain de la turgescence qui devait régner dans la vacuole.

Si le feuillet externe s'est à ce point développé, et n'a pas éclaté sous l'influence de la pression du liquide interne, c'est grâce à son extensibilité. D'un autre côté, c'est grâce à la perforation qui s'est établie à son sommet que le feuillet interne ne s'est pas dilaté. Il faut donc se représenter de la manière suivante la marche des phénomènes qui se sont produits dans ce spermatozoïde.

Une pression considérable régnait dans la vacuole. A un moment donné, la perforation commença à se creuser dans le feuillet interne et, dès lors, la pression s'exerça directement sur le feuillet externe. Celui-ci, fort extensible de sa nature, céda à cette pression et se trouva reporté loin du feuillet sous-jacent.

Selon toute apparence, un mécanisme semblable est mis en jeu dans le développement normal de la vacuole. Deux forces antagonistes s'y manifestent, la turgescence dont l'action est centrifuge, et l'élasticité de la paroi de la vacuole qui agit en sens opposé.

Cette manière de voir trouve sa confirmation dans les variations que présente le développement normal de la vacuole.

D'abord le volume si variable de la vésicule (voir les figures), serait comme la résultante des deux forces antagonistes, dont la puissance relative doit être fort variable d'une cellule à l'autre. Ensuite, si dans certains cas la paroi de la vacuole se perfore, cela résulte de la pression qui se développe au sein de la vacuole; la pression est-elle insuffisante, l'ouverture de cette sorte de soupape de sûreté n'est pas provoquée.

Pour notre part, nous sommes dans l'impossibilité d'interpréter autrement que par l'action de la turgescence, les apparences diverses que nous a présentées la vacuole dans l'*Astacus* et dans beaucoup d'autres espèces.

Il n'entre pas dans notre cadre de traiter du phénomène de la turgescence, ni de ses causes. Rappelons seulement que la réfringence du contenu de la vacuole indique que l'eau tient en dissolution d'autres substances. En outre, si l'on fait subir au spermatozoïde une fixation énergétique, la vacuole devient beaucoup plus réfringente et semble même renfermer un contenu albuminoïde solide. Ce fait n'est pas aussi facile à constater chez l'*Astacus* que chez les pagurides, mais on doit dire que son existence est générale chez les décapodes. Or, on peut très bien admettre que, parmi ces substances dissoutes, il en est qui sont douées d'un pouvoir plasmolytique considérable, capable de produire la turgescence de la vacuole.

L'apparition de ces substances dans la cellule spermatique serait donc le phénomène initial de la différenciation du spermatozoïde.

Cependant on pourrait, a priori, assigner une autre cause à l'introduction subite de l'eau de turgescence.

En effet la rupture de l'équilibre osmotique entre la cellule et le liquide qui la baigne pourrait tout aussi bien résulter d'une modification survenue dans ce dernier. Si, par exemple, il devenait plus aqueux à un moment donné, on conçoit qu'immédiatement l'enchylème de la cellule doive aspirer une certaine quantité d'eau. Celle-ci, comme dans la première hypothèse, s'accumulerait donc aussi dans des vacuoles.

Mais l'observation ne permet guère d'accepter cette manière de voir

d'une façon exclusive. En effet, la présence, dans un même acini testiculaire, de tous les stades du développement du spermatozoïde, suffirait déjà pour la rendre insuffisante. Car, si la cause externe existait seule, toutes les cellules spermatiques devraient présenter en même temps des vacuôles. Or, il n'en est pas ainsi. Cela provient de ce que certaines d'entre elles n'ont point encore subi les modifications internes qui leur eussent permis d'attirer l'eau en abondance.

La cause externe agirait donc de concert avec la cause interne; c'est là toute l'influence qu'on pourrait lui attribuer. Mais l'existence de cette cause externe est purement hypothétique, et nullement nécessaire. Que d'exemples n'a-t-on pas de cellules où l'introduction subite de l'eau de turgescence, au début de la période de grand allongement, résulte exclusivement d'une cause interne? Ce phénomène est de règle générale dans le développement de la cellule végétale (1).

Signalons encore l'analogie qui semble exister entre la vacuole, dont nous venons d'étudier la formation et le développement, et celle qui chez les locustes joue un rôle considérable dans la formation de la tête.

## 2° *La tigelle.*

Ce détail ne nous occupera pas longtemps. Chez l'*Astacus*, la tigelle est un simple bouton, implanté au centre de l'espace concave qui forme le fond de la vésicule, FIG. 444 *t*. Il est donc contenu à l'intérieur même de l'espace vacuolaire.

A en juger par l'apparence, ce bouton est creux, du moins il le devient dès qu'il atteint un certain développement. Nous possédons peu de détails sur son mode de formation. Il apparaît sous la forme d'une simple protubérance de la paroi inférieure de la vacuole. Le noyau semble ne prendre aucune part à sa formation, ainsi qu'il ressort de la constitution du spermatozoïde légèrement aberrant de la FIG. 437. La tigelle y est déjà bien formée, tandis que le noyau est encore intact. Il est assez remarquable de trouver ce bouton si développé à l'intérieur d'une vacuole qui l'est encore si peu. Mais ce fait n'est pas normal. Les FIG. 438 et 440 montrent que sa production peut au contraire être fort tardive.

---

(1) Voir à ce sujet J. B. CARNOY ; *Recherches sur l'anatomie et la physiologie des champignons*; Gand, 1870. P. 69 et suivantes.



## REMARQUE.

Les auteurs ont en général fort peu étudié la tigelle. GROBBEN la figure chez l'*Astacus*, mais dans un état de déformation évidente. C'est elle, sans doute, qu'il représente dans sa FIG. 21 et qu'il considère comme un corpuscule albuminoïde, naissant dans la zone obscure (dunkle Zone) qui sépare le noyau de la vacuole, et destiné à former la tête du spermatozoïde.

HERRMANN accorde à la tigelle plus d'attention que ses prédécesseurs. Il admet que cette production est formée de deux parties qui se soudent, l'une qui descend du sommet de la vacuole, l'autre qui s'élève du centre de sa paroi inférieure. Nous examinerons plus loin cette manière de voir.

3° *Prolongements plasmatiques.*

Ces prolongements sont filiformes, un peu élargis à leur base, d'aspect hyalin, en apparence souples et flexibles. Ils s'insèrent sur une bandelette de même aspect, ceignant le noyau du spermatozoïde qui revêt alors la forme d'un coussinet, FIG. 444. Leur nombre est variable. Il atteint souvent la vingtaine. Parfois, mais rarement, il se réduit à trois; la FIG. 447 n'en possède que cinq. Il arrive même qu'ils font défaut, mais dans ce cas le spermatozoïde est anormal.

Nous n'avons point suivi leur développement chez l'*Astacus*, mais il est évident qu'ils naissent sous la forme de prolongements s'élevant du cytoplasme.

La bandelette annulaire qui les porte représente également un reste du cytoplasme. Sa largeur est variable. Elle est souvent très mince et difficile à reconnaître; elle acquiert rarement l'importance qu'elle a dans la FIG. 444.

## REMARQUE.

On observe assez souvent au pôle inférieur du spermatozoïde achevé un petit amas de substance granuleuse, plus ou moins enclavé dans le noyau, FIG. 446a. Nous ne connaissons pas avec certitude l'origine de cet amas. Disons cependant qu'il ne nous paraît pas dériver du noyau; c'est plutôt un reste du protoplasme, ainsi que l'indique le stade de la FIG. 440.

Au lieu d'occuper exactement le pôle, il peut se trouver rejeté sur le côté et, dans ce cas, il représente probablement le corpuscule que GROBBEN figure à côté du noyau de quelques spermatozoïdes, FIG 33, Taf. III.

Cet amas granuleux manque dans le plus grand nombre de spermatozoïdes.

## B. Modifications du noyau.

1° *Changements de forme.*

La forme discoïde du noyau est fréquente parmi les cellules qui possèdent le volume de la cellule spermatique; nous sommes porté à croire qu'elle est primitive, c'est-à-dire qu'elle s'observe dès le premier instant de la reconstitution du noyau à l'aide des couronnes polaires de la dernière cinèse.

Ce n'est guère qu'après le stade où la vacuole a envahi la plus grande partie de la cellule que cette forme commence à se modifier. Les changements qu'elle subit ne sont du reste pas très considérables chez l'*Astacus*. En somme, ils se réduisent à la transformation du disque en une sorte d'écuelle ou de lentille concavo-convexe, FIG. 434, 435, 449. Dans la FIG. 444, qui représente la forme la plus élégante du spermatozoïde, elle a passé à celle d'un coussinet dont la plus grande circonférence donne insertion aux prolongements plasmatiques.

La présence de l'amas granuleux altère parfois cette forme et la rend biconcave, FIG. 434, 442.

Rappelons de plus que dans maint spermatozoïde le noyau prend la forme d'une coupe très profonde; c'était le cas pour ceux qui sont reproduits dans les FIG. 439, 449 et 450. Cette forme résulte sans doute de ce que le noyau a opposé à la pression interne une résistance moindre que la paroi de la vacuole. Il arrive aussi que la vésicule se développe médiocrement et fournit une coupe très basse, même quand le noyau ne subit pas une voussure aussi profonde; on voit un exemple de cette particularité dans la FIG. 441, où la coupe n'est représentée que par un simple rebord circulaire.

2° *Modification du contenu nucléaire.*

Dans la cellule non différenciée, le noyau présente un filament très net, quoique mince et chiffonné, FIG. 429. Ce filament seul, à ce moment, se colore par le vert de méthyle, ainsi qu'on peut s'en assurer à l'aide d'un bon objectif à immersion.

Mais de bonne heure survient dans la constitution du contenu nucléaire une modification particulière qui a pour résultat d'augmenter beaucoup son avidité pour les matières colorantes. Le noyau tout entier prend alors une coloration bleue uniforme. Pâle au début, cette coloration permet

encore de distinguer assez bien le filament nucléinien, ou du moins des fragments de ce filament. Mais plus tard elle se fonce au point de donner au noyau tout entier une apparence homogène, ainsi que cela se voyait sur les FIG. 442, 444, 446, 447, 449.

Il arrive cependant que dans le spermatozoïde apparemment achevé on distingue encore les fragments nucléiniens, et que la coloration générale du noyau demeure faible; il en était ainsi pour le spermatozoïde représenté, FIG. 443.

Il n'est pas question ici, comme on le voit, d'une fusion du peloton nucléinien en une masse solide homogène. C'est plutôt à une dissolution de la nucléine qu'est due la coloration totale du contenu nucléaire, particularité qui a été signalée maintes fois précédemment.

Nous ne pourrions décider si la désorganisation du filament nucléinien est complète dans ces noyaux spermatiques. Il n'est pas impossible que les restes du filament soient cachés, parceque le plasma qui les baigne acquiert une réfringence égale à la leur. Un fait qui plaide en faveur de cette hypothèse c'est la réapparition de fragments irréguliers dans certains noyaux apparemment homogènes, quand on les soumet pendant quelques heures à l'action des liquides digestifs. L'homogénéité de la tête du spermatozoïde ne serait donc qu'apparente. Ce serait du reste le cas de bien d'autres noyaux prétendument homogènes.

#### REMARQUE.

En comparant notre description à celle de GROBBEN, on pourra s'assurer que nous concevons tout autrement que cet auteur la différenciation de la cellule spermatique.

Pour GROBBEN, le noyau disparaît; pour nous, il subit seulement des changements dans sa forme et sa structure interne; nous ne pouvons donc admettre avec notre devancier l'exception grave à la loi générale de la spermatogénèse que constituerait sa disparition. L'action du vert de méthyle ne laisse aucun doute à cet égard; grâce à ce réactif, nous avons pu figurer avec précision la forme du noyau à divers stades de son développement. Les carmins en général ne fournissent ici que des indications fort vagues; les résultats erronnés de GROBBEN sont dûs incontestablement à l'emploi de ces réactifs infidèles.

Quant au *Nebenkern*, d'après GROBBEN, il apparaîtrait dans la zone obscure séparant le noyau de la vacuole et, en se développant, il constitue-

rait un revêtement à celle-ci. Nous n'avons point observé ce *Nebenkern*. La tigelle nous paraît en réalité représenter ce prétendu corpuscule à ses débuts, mais nous ne pouvons rapporter avec certitude les stades ultérieurs de son évolution à des parties déterminées du spermatozoïde. Néanmoins il nous semble que, dans les FIG. 27, 28 et 29 de sa Pl. III, GROBBEN prend tout simplement le noyau devenu cupuliforme pour le résultat de la métamorphose de son *Nebenkern*. Cette méprise justifie encore notre défiance à l'égard du carmin; le vert de méthyle eût rendu toute erreur impossible.

Ajoutons cependant que le revêtement foncé de la vacuole, indiqué dans ces figures, pourrait bien aussi correspondre à une autre particularité qui s'observe souvent dans les préparations fortement fixées, et surtout dans les coupes faites avec l'aide de la paraffine. La FIG. 450 représente un spermatozoïde traité de cette manière, mais coloré par le vert de méthyle; il montre la particularité en question : on y voit un revêtement hyalin appliqué à la surface interne de la capsule nucléaire. Cette couche est seulement un coagulum albuminoïde, la partie solide du contenu vacuolaire qui, sous l'action des réactifs, s'est figée et localisée contre les parois de la vésicule.

Remarquons encore dans cette figure la déformation de la tigelle; c'est un accident fréquent dans ce mode de préparation. Joint aux autres déformations que présentent les spermatozoïdes figurés par GROBBEN, il suffirait à démontrer la nécessité de l'étude des objets frais.

Il est à peine besoin de faire remarquer que la singulière théorie de SABATIER n'est pas acceptable.

### *Homarus vulgaris.*

Nous avons peu de différences à signaler, à la deuxième étape, entre le homard et l'écrevisse. Les mêmes détails se retrouvent dans le spermatozoïde, mais avec de légères différences de forme ou de dimension.

Mieux qu'une longue description, la simple interprétation des FIG. 453 à 472 nous permettra de signaler les particularités qui caractérisent l'évolution de la cellule spermatique dans cette espèce.

#### A. Modifications du protoplasme.

##### 1° *La vésicule.*

Comme chez l'*Astacus*, la vésicule a pour origine une vacuole; seulement celle-ci résulte plus souvent de la fusion de plusieurs petites vacuoles primitives, FIG. 456 et 457.



Son développement est analogue. La vacuole se dilate, s'accôle d'une part au noyau, et de l'autre à la membrane cellulaire. La soudure de sa membrane propre avec celle de la cellule se constate clairement dans la FIG. 458. Cette dilatation est normalement poussée plus loin que chez l'*Astacus*, ainsi que le montrent les FIG. 460 à 472. La vésicule hyaline prend ici la forme d'un tube allongé, FIG. 463, qui donne au spermatozoïde un facies caractéristique. D'autres fois cependant ce tube reste beaucoup plus court, et se retrouve dans le spermatozoïde achevé sous la forme qui est reproduite dans la FIG. 470. Cette forme se rapproche beaucoup plus de celle de l'*Astacus*. Mais elle bien moins fréquente que la précédente, et, à moins que leur tube ne s'allonge ultérieurement, ce qui nous paraît peu probable, ces spermatozoïdes doivent être considérés comme légèrement anormaux.

La perforation apicale de la vésicule se produit toujours chez le homard. Encore très étroite dans la FIG. 461, elle est plus élargie déjà dans les figures suivantes. Elle finit toujours par atteindre le diamètre de la vésicule elle-même, comme on le voit dans le spermatozoïde mûr de la FIG. 472. Nous avons vu chez l'*Astacus* qu'un léger épaississement de la paroi vésiculaire apparaît parfois à l'endroit où doit se produire l'ouverture; chez le homard la même particularité s'observe fréquemment. Mais ici c'est toute la face supérieure du cylindre hyalin qui s'épaissit légèrement, FIG. 461, et c'est au centre de la petite capsule ainsi délimitée qu'apparaît la première trace du pertuis. On voit dans les FIG. 461, 463 et 465 que les bords de la perforation se relèvent à mesure que l'orifice s'élargit, de telle sorte que la portion épaissie, qui dans le principe formait la voûte de la capsule hyaline, constitue à la fin un anneau de même diamètre que la portion qu'il surmonte.

Cet anneau disparaît plus tard, soit que la partie épaissie s'amincisse, soit qu'elle se résolve entièrement.

Le moment de l'apparition de l'ouverture apicale n'est pas fixe. Elle peut être précoce; c'est le cas des FIG. 460 et 467 à 470; alors le tube hyalin reste court. Mais le plus souvent elle est beaucoup plus tardive, et la vésicule se transforme en un tube très allongé.

La formation d'une vésicule secondaire au sommet de la vacuole s'observe très fréquemment chez le homard. Comme chez l'écrevisse, où elle est plus rare, cette vésicule résulte de la dilatation du feuillet externe de la paroi vésiculaire. Très souvent, le dédoublement de cette paroi se limite à la face supérieure de la vésicule, c'est-à-dire à cette portion qui paraît

légèrement épaissie, FIG. 465 et 466. Cet épaississement lui-même pourrait bien être en rapport avec l'absence de soudure des deux feuillets dans cette région. D'autres fois, cependant, la paroi tout entière se dédouble jusqu'à la base du cylindre qui repose sur le noyau, FIG. 467 à 469. Mais nous n'avons observé cette particularité que dans les cas où la perforation s'était produite de bonne heure et où, par suite, le tube hyalin demeurait court. Cette coïncidence du clivage total avec les cas de perforation précoce plaide encore en faveur de l'indépendance primitive des deux lames qui constituent la paroi vésiculaire. Plus tard, les deux feuillets sont soudés et le dédoublement ne peut plus se produire, ou ne le peut que sur une faible étendue.

Qu'elle soit précoce ou tardive, la vésicule secondaire est destinée à disparaître. On la voit bientôt perdre ses contours réguliers et son aspect turgescant. Sa membrane hyaline devient granuleuse en se gonflant un peu; elle finit par crever et se dissoudre complètement, FIG. 468 à 470.

Il est à peine besoin de dire que tous ces phénomènes doivent recevoir la même interprétation que chez l'*Astacus*.

### 2° *La tigelle.*

Comme dans l'espèce précédente, la tigelle apparaît au centre de la face inférieure de la vacuole. Très surbaissée à ses débuts, FIG. 465, elle s'effile plus tard en prenant la forme d'un fuseau, s'étrangle à sa base et se pédiculise; plusieurs de nos figures indiquent ces détails. On rencontre aussi des spermatozoïdes apparemment achevés, dans lesquels la tigelle s'effile davantage, FIG. 471. Une strie extrêmement fine la continue alors jusqu'à l'extrémité du tube hyalin. Nous avons toujours remarqué que, dans les spermatozoïdes qui présentent cette particularité, le contenu du tube prend par le brun BISMARCK une coloration plus intense que d'habitude; il semble que ce contenu y soit plus dense.

### 3° *Les prolongements plasmatiques.*

Il s'en forme ordinairement trois. On les voit s'insérer au bord de la capsule qui dérive du noyau. En ce point il n'existe qu'une bordure de substance achromatique, très faible et difficile à observer.

## B. Modifications du noyau.

### 1° *Changement de forme.*

Le noyau passe de la forme sphérique à la forme discoïde, puis à celle d'une lentille concavo-convexe, FIG. 457 et suivantes, et enfin à celle d'une capsule profonde à bords rentrants, FIG. 465. Sa forme normale est donc celle du noyau anormal de l'*Astacus*, représenté FIG. 439. Tout en se creusant il s'amincit; aussi peut-on comparer ses changements de forme à ceux que subit une plaque métallique sous l'action du marteau.

La pression interne s'exerçant sur sa face supérieure joue probablement un rôle dans ce phénomène. Car, à partir du moment où le cylindre hyalin est solidement fixé au pourtour du noyau, la pression interne doit tendre à transformer ce dernier en une vésicule par un mécanisme semblable à celui de la formation d'une bulle de savon. Mais pour admettre cette hypothèse il faut attribuer nécessairement aux parois de la vésicule une résistance considérable.

### 2° *Modifications internes.*

Le noyau prend de bonne heure une apparence homogène et une coloration intense uniforme.

#### *Pagurus callidus. Pagurus striatus.*

L'évolution de la cellule spermatique dans ces deux espèces ne présente aucune particularité importante dont nous n'ayons eu l'occasion de parler dans les deux précédentes. Néanmoins nous avons multiplié les figures qui s'y rapportent, autant pour compléter l'étude de certains détails, que pour donner au lecteur une idée de la variété que peuvent présenter, dans un même individu, les processus de l'évolution de la cellule spermatique.

## A. Modifications du protoplasme.

### 1° *La vésicule.*

Les FIG. 475 à 479 ont rapport à la formation et au premier développement de la vacuole. Ce développement aboutit à la formation d'une cloche hyaline, transparente comme du cristal et reposant sur un socle formé par tout le reste de la cellule différenciée, FIG. 481. La cloche se retrouve intacte dans les spermatozoïdes adultes que l'on extrait des spermatophores,

FIG. 481; ou bien elle subit la perforation apicale, mais cette perforation est loin de se produire toujours au même instant de son évolution.

Tantôt elle est tardive; témoin le spermatozoïde adulte de la FIG. 522, qui ne possède qu'un pore apical très réduit.

Ailleurs elle est plus précoce comme le montre la FIG. 485. Aussi peut-elle s'agrandir beaucoup, FIG. 486, et transformer ainsi la cloche en une coupe profonde. Elle peut être plus hâtive encore; dans ce cas le spermatozoïde adulte portera, au lieu de la cloche, une coupe plus ou moins évasée, dont la profondeur sera en raison inverse de la précocité du phénomène, FIG. 507, 518, 519. Plus la perforation est précoce, moins la coupe est profonde. Elle s'est donc produite très tôt dans le spermatozoïde de la FIG. 518, où la coupe se réduit à une simple bordure; elle s'est produite plus tard dans celui de la FIG. 519, et plus tard encore dans ceux des FIG. 507, 514 et 522.

La formation d'une vésicule secondaire par le dédoublement de la paroi de la vésicule primaire est très fréquente chez les *Pagurus*. La description que nous avons faite de cette particularité chez l'écrevisse et le homard rend facile la compréhension des FIG. 493 à 504 et 515 à 517; dans ces figures la vésicule se dédouble sur toute sa surface.

Ce phénomène se produit le plus souvent dans les spermatozoïdes où la perforation est précoce; nouvelle confirmation de l'indépendance primitive des deux feuilletts de la membrane. Aussi les spermatozoïdes qui la présentent portent-ils ordinairement une coupe peu profonde.

La vésicule secondaire est destinée à disparaître. Nous l'avons retrouvée quelques fois cependant dans les spermatophores; le spermatozoïde représenté FIG. 496 en possédait une qui, loin de dégénérer, paraissait au contraire plus solide et plus turgescence que jamais. Mais ce cas est exceptionnel. Une autre particularité du développement de la vésicule secondaire, assez fréquente chez les pagures, est l'objet des FIG. 501 à 504, 515 et 516. Cette vésicule s'y développe d'une manière excessive. De plus, comme on le voit, c'est sa portion inférieure seule qui se développe, et qui produit tout autour de la pièce représentant le noyau un bourrelet circulaire, FIG. 501. Cette pièce paraît donc s'enfoncer dans l'intérieur de la vésicule en produisant une invagination de sa paroi inférieure. La pénétration et l'invagination peuvent être poussées assez loin. Ainsi, dans les FIG. 503 et 504, la portion solide du spermatozoïde, qui dérive du noyau, est complètement engagée, dans la vésicule.



Il se forme de cette manière, au pôle inférieur du spermatozoïde, un entonnoir d'invagination, au fond duquel s'aperçoit l'extrémité du noyau. Le mécanisme de ce développement n'est pas facile à imaginer. Il résulte peut-être d'un amoindrissement de la résistance qu'oppose à la pression interne la partie inférieure de la vésicule. Cet affaiblissement serait le premier indice de la dégénérescence qui ne tardera plus à l'envahir, ainsi que le montrent les FIG. 503, 504 et 516; dans ces figures l'aspect granuleux de la vésicule et la déchirure de son pôle supérieur ne laissent aucun doute au sujet de sa prochaine disparition. Parmi les spermatozoïdes présentant cette particularité, on en trouve beaucoup qui ne possèdent qu'une coupe fort peu profonde, indiquée seulement par un simple rebord circulaire. Ce fait indique-t-il que le développement particulier de la vésicule se produit surtout dans les cas où la perforation apicale est très précoce; ou bien faut-il admettre que cette coupe s'est réduite, plus tard, à ce faible rudiment? Nous ne pourrions le décider.

Nous ignorons aussi la signification de l'anneau incolore qui ceint la pièce nucléaire des spermatozoïdes représentés dans les FIG. 502 et 515.

Notons un dernier détail au sujet de la vésicule. Bien que son contenu, à l'état frais, ne présente qu'une faible réfringence, il doit cependant, comme chez l'*Astacus*, posséder une densité et une concentration assez notable. En effet, lorsqu'il est fortement déshydraté et surtout quand le testicule a subi l'enrobage à la paraffine, le contenu de la vésicule, à tout âge, forme un coagulum brillant, apparemment solide, qui se dispose régulièrement en un manchon tapissant la paroi. Ce manchon est représenté en coupe dans le spermatozoïde adulte de la FIG. 522.

## 2° La tigelle.

Les FIG. 483 et 484 représentent deux stades du développement de la tigelle, se faisant suivant le mode que nous croyons le plus normal.

Comme chez le homard, c'est une petite éminence apparaissant sur le fond de la vésicule et qui, en se développant, ne fait que s'allonger ou s'effiler à son sommet et se pédiculiser.

Mais son développement, comme celui de toutes les parties du spermatozoïde, présente des variations.

Notons d'abord qu'elle apparaît tantôt plus tôt, tantôt plus tard.

De plus, elle peut s'allonger beaucoup plus que dans la FIG. 484, où elle

possède sa longueur normale, ainsi qu'on le voit dans les FIG. 488, 489, 494, etc. Son allongement peut même être poussé assez loin pour mettre sa pointe en contact avec la paroi de la vésicule. Toutefois ce contact ne s'établit guère qu'avec la paroi de la vésicule secondaire, FIG. 498 à 501 et 517; il est rare de le constater dans des vésicules dont la paroi n'est point encore dédoublée, FIG. 505. La pointe de la tigelle peut se souder à la paroi de la vésicule; c'est ce que démontre la FIG. 501. L'entonnoir supérieur que présente la vésicule dans cette figure, résulte évidemment de la résistance opposée à sa dilatation par la soudure de la paroi avec la tigelle.

Des images semblables aux FIG. 500 et 517 se rencontrent de temps en temps. La soudure en question s'est produite dans ces spermatozoïdes et, selon toute apparence, la vésicule s'est encore dilatée ultérieurement, bien que sa surface externe ne présente pas l'entonnoir de la FIG. 501. Mais la pointe de la tigelle s'y termine par un large cône renversé, vide et appliqué par sa base contre la face interne de la vésicule. D'où résulte cet entonnoir interne? Est-ce d'un clivage de la membrane vésiculaire? Sans être impossible, le clivage d'une membrane aussi mince serait un fait assez étonnant. Mais il est plus probable que les parois de cet entonnoir dérivent d'un évasement de la tigelle même. En effet, cette dernière est creuse, ici comme chez le homard. Les FIG. 493 et 499 ne laissent pas de doute à cet égard; car les tronçons de substance solide et réfringente qu'on y remarque sont évidemment contenus dans un tube. La FIG. 500 n'est pas moins démonstrative.

Cela étant, supposons que la soudure entre la tigelle et la vésicule soit précoce. Bientôt surviendra la dilatation de la lame qui constitue la vésicule secondaire; cette dilatation, produite par la pression interne, aussi longtemps que la résistance des parois reste uniforme en tous les points de la vésicule, se fera concentriquement autour du point apical soudé avec la tigelle. La surface de soudure s'étendra donc, et ouvrira de force le tube tigellaire en formant un entonnoir à son sommet.

Notons que le tube peut se dilater en entonnoir, même dans les cas où son sommet ne rencontre pas la membrane vésiculaire. Cela s'observe très souvent chez d'autres décapodes, en particulier chez le *Clibanarius misanthropus*, comme nous le verrons plus loin FIG. 558.

### 3° *Les prolongements.*

Il y en a normalement trois. Les FIG. 480, 490 et 512, représentant soit de profil, soit de face des spermatozoïdes en développement, montrent que ces prolongements sont d'abord de simples éminences, produites par les restes du cytoplasme qui circonscrivent le noyau; l'accroissement ultérieur leur donne la forme filamenteuse qu'ils affectent dans le spermatozoïde mûr.

Cette formation des prolongements aux dépens du cytoplasme n'est pas douteuse, car elle se constate avec la plus grande facilité dans les deux espèces qui nous occupent; il serait donc inexact de soutenir encore avec HERRMANN qu'ils dérivent du noyau.

### B. Modifications du noyau.

#### 1° *Changement de forme.*

Comme c'est la règle, le noyau de la cellule spermatique jeune est sphérique. Il s'aplatit ensuite sur une de ses faces et devient hémisphérique, puis légèrement concavo-convexe. Cette dernière forme est rarement aussi accentuée que dans la FIG. 505. Le plus souvent il se produit sur sa face externe convexe une proéminence, FIG. 489, qui fait passer le noyau à une forme conique irrégulière. Celle-ci peut se retrouver dans le spermatozoïde mûr, FIG. 522. Mais souvent aussi la déformation ne s'arrête pas là : le cône peut s'effiler en s'amincissant, et alors le noyau, ou tête du spermatozoïde, prend la forme bacillaire qu'on lui voit dans les FIG. 496, 502, 503, 504, 515, 519 à 521. Cette dernière forme s'observe toujours, comme le montrent les FIG. 502, 503, 504 et 515, dans les cas où la vacuole secondaire prend le développement excessif que nous avons décrit p. 152.

#### 2° *Modification du contenu.*

Ici encore la nucléine semble se dissoudre dans le plasma nucléaire, car le noyau tout entier prend, dans le vert de méthyle, une coloration uniforme, avant même que sa forme se soit modifiée.

Signalons la présence fréquente d'un corps solide, probablement de nature nucléinienne, se colorant plus intensément que le caryoplasma, que l'on observe très souvent sous la tigelle, mais toujours au sein de la cavité nucléaire, FIG. 512. Malgré la régularité de sa forme, qui est celle d'un disque, nous n'avons pu reconnaître ni sa véritable signification, ni son rôle ultérieur. Toutefois la FIG. 514 confirme l'opinion que nous venons d'émettre

sur sa nature nucléinienne. Par exception, le noyau de ce spermatozoïde n'avait point pris la coloration fondamentale uniforme. Le vert de méthyle n'y avait teint que les fragments nucléiniens; or l'un de ceux-ci, plus gros que les autres, occupait la place du corps précité et présentait le même aspect. Ce serait donc l'élément nucléinien, ou du moins ses restes qui constitueraient ce corps énigmatique.

On le retrouve parfois dans le spermatozoïde adulte, quand le noyau de celui-ci ne s'étire pas trop; mais en général il disparaît plus tôt. Ce corps n'aurait donc aucune signification particulière.

### *Eupagurus Prideauxii.*

#### A. Modifications du protoplasme.

##### 1° *La vésicule.*

La formation et le développement de la vésicule, exposés dans les FIG. 526 à 536, offrent peu de particularités dans cette espèce. Signalons seulement un détail qui est caractéristique : la tendance de la vésicule secondaire à se conserver, même après la maturité du spermatozoïde. Les spermatophores contiennent assez souvent des spermatozoïdes portant, comme celui de la FIG. 536, une coupe moyennement développée et surmontée d'une cloche. La première représente la vésicule primaire perforée et élargie; la seconde, la vésicule secondaire fortifiée, mais moins développée que dans le cas des FIG. 531 et 532, car sa membrane ne s'est pas détachée des parois de la coupe. Cependant la perforation apicale peut se produire aussi dans la paroi de cette vésicule secondaire, ainsi que le montrent les FIG. 531 à 533; elle présente d'ailleurs parfois un épaissement apical aussi bien que la vésicule primaire du homard et de l'écrevisse.

Cette paroi tout entière peut même disparaître, comme dans les espèces précédentes. La coupe seule représente alors les restes de la vésicule vacuolaire, FIG. 533.

##### 2° *La tigelle.*

Aucun détail nouveau n'est à signaler chez l'*Eupagurus*. Les FIG. 527 à 536 comportent l'explication que nous avons donnée des stades correspondants chez le *Pagurus callidus*.

##### 3° *Les prolongements plasmatiques.*

Même remarque.



### B. Modifications du noyau.

Rien de saillant non plus. Les changements de forme sont ceux que nous avons décrits chez les pagures, et les modifications du contenu sont normales. Notons seulement que l'apparente dissolution de la nucléine se produit souvent de bonne heure; déjà avant que de perdre sa forme sphérique, le noyau prend souvent une coloration uniforme, FIG. 525.

La deuxième étape est identique chez le *Pagurus striatus*.

*Clibanarius misanthropus*.

### A. Modifications du protoplasme.

#### 1° *La vésicule.*

Son développement est identique à celui de la vacuole de l'*Astacus fluviatilis*. La formation d'une vésicule secondaire, à la suite d'une perforation incomplète, ne s'y rencontre qu'à l'état d'exception.

#### 2° *La tigelle.*

Le développement de cette partie présente quelques particularités dignes de remarque.

Les FIG. 541 à 543 nous la montrent à ses débuts; elle est semblable à celle de l'*Astacus*. Elle est d'abord un simple bouton creux, qui bientôt s'allonge et prend la forme de la tigelle du homard. Après cela, il se perfore à son sommet, FIG. 545, et se transforme en une petite coupe.

Presque en même temps, apparaît sur le fond de cette coupe une petite épine. Ces deux parties, la coupe et l'épine, sont susceptibles d'un développement ultérieur variable. Tantôt l'une et l'autre se développent très peu, comme dans la FIG. 562 représentant un spermatozoïde extrait d'un spermatophore. D'autres fois on les voit toutes deux, ou l'une d'elles seulement, se développer davantage; la petite coupe s'accroît en hauteur et souvent même s'évase en entonnoir, FIG. 557 à 560.

L'épine s'allonge et se comporte différemment, suivant que la vésicule vacuolaire est perforée ou non. Si elle est perforée, l'épine, en s'allongeant, s'effile de plus en plus. Si elle n'est pas encore percée, elle se soude à la membrane, et alors il apparaît un nodule conique au point de soudure, FIG. 555. Ce nodule provient tant de l'épaississement de la paroi vésiculaire que

de la dilatation de la tigelle. Ce n'est donc pas la paroi qui produit un bouton descendant vers la tigelle, c'est celle-ci qui s'élève et rencontre la paroi à l'endroit où il existe souvent d'avance un épaississement discoïde, FIG. 554. Arrivée là, ou même avant d'y arriver, elle présente un épaississement terminal destiné à constituer le nodule en se fusionnant avec l'épaississement de la paroi elle-même. La FIG. 554 montre encore une solution de continuité entre les deux portions qui vont produire le nodule. Souvent l'épine présente un renflement en forme de manchon, FIG. 552 et 553, qui semble naître à sa base, au fond de la coupe, et grimper ensuite jusqu'à sa pointe pour former le nodule d'épaississement. Ce détail est fréquent. Le spermatozoïde, vu d'en haut dans la FIG. 561, montre au centre l'épaississement de l'épine.

### 3° *Les prolongements plasmatiques.*

Les spermatozoïdes représentés FIG. 557 à 561 sont tous extraits des spermatophores, et pourtant aucun d'eux ne porte de prolongements radiés. Nous avons cru un certain temps que le *Clibanarius* faisait exception, sous ce rapport, au milieu du premier groupe de décapodes; mais nous avons trouvé un spermatophore contenant des spermatozoïdes munis de deux ou trois prolongements, FIG. 562 et 563.

## B. Modifications du noyau.

Elles ne présentent rien de spécial.

### *Paguristes maculatus.*

## A. Modifications du protoplasme.

### 1° *La vésicule.*

Les FIG. 569, 573 et 579 représentent trois sortes de spermatozoïdes que l'on peut trouver côte à côte dans les spermatophores. Elles diffèrent surtout par la forme et la disposition particulière de la vésicule. Dans la première, la vésicule donne naissance à un *vase renflé*; dans la seconde, à une coupe très évasée *surmontant* le noyau; enfin dans la troisième, à une coupe semblable, mais qui *contient* le noyau.

Suivons, sur les figures, les particularités du développement de chacune d'elles.

Les FIG. 566 à 569 ont rapport à la première; leur compréhension ne nécessite aucune explication. La vésicule se perfore à son sommet et se transforme, comme chez l'*Astacus*, etc., en un vase qui rappelle encore sa forme primitive. L'origine de la coupe évasée des deux autres sortes de spermatozoïdes est la même; seulement la grande extension que prend la perforation apicale amène une différence dans la forme du vase.

Le lieu d'insertion de la coupe sur la partie basale, c'est-à-dire sur le noyau, différencie à lui seul les deux formes à coupe évasée.

D'un côté, cette insertion se fait à la partie supérieure du noyau. Pendant la différenciation du cytoplasme, le noyau contracte une forte adhérence avec la membrane cellulaire; celle-ci l'enveloppe et l'enserme sur une grande partie de sa surface, si intimement qu'elle se confond avec la membrane nucléaire (FIG. 566).

De l'autre côté, au contraire, l'adhérence entre le noyau et la membrane cellulaire ne s'établit que sur une partie restreinte de la surface inférieure du premier, parce que de bonne heure la vacuole gagne du terrain sur les parties latérales, FIG. 575.

La FIG. 580 est une forme intermédiaire entre les FIG. 573 et 579; le noyau est à demi-engagé dans la coupe.

Il faut noter que la troisième sorte de spermatozoïdes a dans certains cas une autre origine, car le simple retroussement de la vésicule insérée au-dessus du noyau peut, en un instant, transformer la première forme à coupe évasée en la seconde. Ce fait se produit, mais alors on retrouve la tigelle à la partie inférieure du vase, et les prolongements cytoplasmiques à l'intérieur de la coupe. La position de ces deux parties indique sûrement le retroussement. Mais, d'autre part, la vésicule close de la FIG. 576 démontre, grâce à la position du noyau, l'existence de l'autre mode de développement. La FIG. 581 est encore plus démonstrative à cet égard. Le noyau est ici surmonté d'une courte tigelle soudée à la membrane; mais ce fait ne s'observe pas souvent.

Remarquons l'absence presque générale de la vésicule secondaire dans cette espèce; le rapide élargissement de la perforation apicale paraît empêcher sa formation dans la plupart des cas.

## 2° La tigelle.

Elle est en général petite et mince, FIG. 567 à 569. Comme chez le *Pagurus*, elle peut s'allonger et passer à travers la perforation apicale, si

celle-ci existe, ou bien se souder à la membrane vésiculaire. Dans ce dernier cas, on voit naître au point de soudure un nodule conique FIG. 584, formé, comme chez le *Clibanarius*, à la fois par la tigelle et par la membrane elle-même. Tandis que se produit cette soudure, la base de la tigelle s'amincit au point de devenir difficile à distinguer, FIG. 584. Il arrive même accidentellement qu'elle se brise et reste suspendue à la vésicule par son sommet élargi. Aussi, à en juger seulement par l'apparence reproduite dans la FIG. 586, on pourrait considérer la tigelle comme un produit de la membrane vésiculaire, et la présence de l'épaississement apical, FIG. 583, ne ferait que confirmer cette opinion erronée.

Le nodule d'épaississement disparaît souvent, mais parfois on le retrouve, après l'ouverture de la perforation, au sommet de la tigelle, FIG. 574 et 582. Il peut même s'évaser en entonnoir, FIG. 585.

### 3° *Les prolongements plasmatiques.*

Ils manquent à beaucoup de spermatozoïdes contenus dans les spermatophores. Rappelons que leur présence à l'intérieur de la coupe évasée est une preuve du retroussement que subit éventuellement la vésicule perforée.

### B. Modifications du noyau.

Aucune particularité nouvelle à signaler, ni dans les modifications que subit sa forme, ni dans celles de son contenu.

#### *Galathea strigosa.*

Nous n'avons pu nous procurer cette espèce qu'à l'époque même de la reproduction, c'est-à-dire alors que les organes ne contenaient plus guère que des spermatozoïdes achevés.

Les seuls stades de leur développement que nous ayons observés sont représentés dans les FIG. 587 à 589. La vésicule qui surmonte le noyau présente, dans la première de ces figures, son facies habituel. Dans la seconde, après s'être allongée beaucoup la vésicule s'est étranglée légèrement à sa base, et perforée à son sommet. Dans la FIG. 589 l'étranglement est plus accentué, mais la perforation apicale ne s'est pas produite; un simple épaississement de la paroi existe au sommet.

Ces données suffisent pour prouver que le développement de la vésicule s'y fait comme partout ailleurs.



Nous n'y avons point vu de tigelle. La FIG. 588 seule montre un très léger bouton qui la représente peut-être. Le développement du noyau est, comme on le voit, plus simple que dans les espèces précédentes. Il ne subit presque aucun changement de forme, et prend seulement l'apparence homogène habituelle. Les prolongements, toujours au nombre de trois, sont très longs. Ils s'insèrent tout à fait au sommet du noyau, en se dirigeant vers le bas. L'effilement de la vésicule et la situation particulière de noyau, qui pend entre les filaments radiés, caractérisent bien les spermatozoïdes de la galathée.

GROBBEN a étudié la formation du spermatozoïde de la *Galathea squamifera*, mais ici encore le carmin lui a été infidèle. En effet, il appelle « *Mittelzapfen* » la partie qui pend entre les prolongements et qui, sans aucun doute, dérive du noyau. Pour être conséquent avec la signification qu'il assigne à sa terminologie, au début de son mémoire, il aurait dû appliquer le terme « *Samenkopf* » (tête), à cette partie; tandis qu'il l'applique à une autre portion dérivant d'un prétendu corps solide et colorable, le « *Nebenkern* ».

*Carcinus maenas.*

#### A. Modification du protoplasme.

##### 1° *La vésicule.*

Elle donne naissance ordinairement à une vésicule secondaire FIG. 617 à 620. L'épaississement apical, qui est assez fréquent, n'est jamais porté par la membrane de cette dernière, comme chez l'*Eupagurus Prideauxii*, mais bien par celle de la vésicule primaire encore indivise comme chez les autres espèces. La vésicule secondaire crève ou dégénère, comme chez le homard, les pagures, etc.

On remarquera la différence qui existe entre la FIG. 621 et la FIG. 624, représentant deux variétés de spermatozoïdes mûrs. La première montre une coupe hyaline assez développée; la seconde au contraire n'en porte pas trace. On peut trouver des intermédiaires entre ces deux extrêmes. Ces différences résultent du plus ou moins grand développement de la vésicule produisant la coupe, développement qui est en rapport avec les changements de forme de noyau. Si le noyau se creuse profondément, comme c'est le cas dans la FIG. 624, la vésicule ne proémine que fort peu

et, après la perforation, elle peut se réduire à rien. Si au contraire il conserve une forme aplatie, FIG. 621, la vésicule se renfle et sa perforation laisse persister une coupe plus ou moins profonde.

Nous avons rencontré des particularités analogues chez l'écrevisse et le homard.

La pression interne, dont nous avons parlé en traitant du développement de la vacuole, joue sans doute ici un rôle prépondérant. A mesure que la cavité vésiculaire se dilate, la pression interne baisse et l'accroissement s'arrête, quand elle cesse d'être supérieure à la résistance des parois; c'est le noyau qui cède, FIG. 624. Alors la paroi supérieure plasmatique ne proémine pas, il ne se forme pas de vésicule hyaline et par suite pas de coupe. D'autres fois, la partie plasmatique est la plus faible, et dans ce cas, qui est fréquent, il se forme une vésicule et une coupe.

### 2° *La tigelle.*

Rien de remarquable. Elle est encore peu développée dans la FIG. 614.

### 3° *Les prolongements.*

Nous n'avons point observé de prolongements radiés chez le *Carcinus maenas*.

## B. Modification du noyau.

L'analyse détaillée de nos figures serait superflue; nous pouvons nous contenter de renvoyer le lecteur aux FIG. 611 à 625.

### *Inachus scorpio.*

Les spermatozoïdes de cette espèce ne présentent qu'une seule particularité à noter; nous voulons parler du décollement du couvercle achromatique de la vésicule, FIG. 631 et 632. Cette partie, qui a le forme d'un verre de montre, semble avoir cédé à la pression que la tigelle exerçait contre elle de bas en haut. La tigelle se soude à la paroi vésiculaire, avant de la faire sauter, FIG. 633.

### *Maja verrucosa.*

## A. Modification du protoplasme.

1° *La vésicule.*

Le premier développement de la vésicule ne présente rien de particulier, FIG. 594 à 597. Signalons seulement l'aspect, plus réfringent que d'habitude, du contenu de la vésicule. Ce fait, qui indique une densité plus grande du liquide, est en rapport avec une particularité qu'on voit surgir vers la fin du développement, et qui est rendue par les FIG. 598 à 604.

La première de ces figures, FIG. 598, ne représente rien que de connu : la vésicule, portant un épaississement apical, s'est assez fortement dilatée sous l'influence de la pression interne.

Dans la FIG. 599, la même pression a eu pour effet de faire sauter toute la paroi plasmatique de la vésicule; cette figure démontre que le contenu vésiculaire possède une consistance assez ferme. C'est en effet ce contenu qui, en se gonflant, a constitué la colonne que l'on voit sortir de la capsule formée par le noyau; cette colonne supporte les restes de la membrane vésiculaire qu'elle a entraînée tout d'une pièce.

En outre elle présente un pertuis axial descendant jusqu'au fond de la cupule, et dont la partie inférieure loge la tigelle; ce pertuis est déjà distinct au sein du contenu vésiculaire dans la FIG. 598. LA FIG. 600 ne diffère de la précédente que par l'absence des restes de la membrane vésiculaire. Il est possible que celle-ci était déjà crevée ou résorbée, au moment où s'est produit le gonflement du contenu et la sortie de la colonne; peut-être aussi ses restes ont-ils été déchirés et détruits.

La colonne de la FIG. 601 paraît avoir simplement dilaté la perforation apicale d'une vésicule déjà largement ouverte. La membrane de celle-ci constitue, autour de la base de la colonne, une sorte de collerette. Le pertuis axial renferme, dans cette figure, comme dans la suivante, une petite tige aussi pâle que la substance de la colonne elle-même; cette tige est probablement un coagulum secondaire, de même nature que le contenu de la vésicule, et qui surmonte la tigelle.

L'élargissement forcé de la perforation par la colonne ne s'est pas produit dans la FIG. 602. Malgré la présence de cette ouverture, la paroi de la vésicule a été refoulée par la colonne; on la retrouve en dehors de celle-ci, sur les côtés. Au sommet, la paroi de la vésicule et la colonne se confondent; elles sont soudées apparemment sur tout le pourtour de la perforation.

Dans les FIG. 603 et 604 se remarque, au centre, une colonne ventrue, représentant probablement le contenu coagulé et rétréci de la cupule nucléaire qui s'est ultérieurement dilatée; telle est sans doute l'origine du vide qui sépare la colonne des parois de cette cupule.

2° *La tigelle.*

Elle reste toujours courte.

3° *Les prolongements.*

Ils sont assez développés. On en compte le plus souvent quatre, parfois aussi trois ou cinq.

B. Modifications du noyau.

Aucune particularité nouvelle n'est à signaler.

*Stenorhynchus phalangium.*

La FIG. 634 représente un spermatozoïde tiré d'un spermatophore de *Stenorhynchus phalangium*. On y voit la paroi achromatique de la vésicule, soulevée par la tigelle; c'est la seule particularité à noter dans ce genre.

*Xantho rivulosus.*

L'exiguité du spermatozoïde et la petitesse de la vésicule caractérisent seules cette espèce, FIG. 608, 609, 610.

*Acanthonyx lunulatus.*

On voit parfois dans cette espèce l'apparence signalée comme fréquente chez le *Maja*, et que nous avons cru devoir expliquer par la sortie du contenu de la vésicule sous la forme d'un coagulum, FIG. 637. La tigelle porte ordinairement un petit entonnoir à son sommet, après la production de la rupture apicale.

*Dromia vulgaris.*

Les spermatozoïdes de la *Dromia* diffèrent très peu de ceux du *Carcinus maenas*, FIG. 638 à 640. Cependant le renflement du sommet de la tigelle, rare chez le *Carcinus*, est fréquent chez la *Dromia*. La FIG. 641 représente un spermatozoïde tiré d'un spermatophore enrobé dans la paraffine et monté dans le baume de canada. Préparés de cette manière, presque tous les



spermatozoïdes affectent une forme plus aplatie qu'à l'état naturel. C'est à tort que GROBBEN regarde cette forme aplatie comme la forme normale. Sa FIG. 21, Taf. IV correspond certainement à des apparences dues à une altération.

Dans cette même figure GROBBEN appelle « *Strahlenträger* » la partie évasée et achromatique, à laquelle s'attachent des prolongements radiés. Cette partie représente, à n'en pouvoir douter, les restes de la vésicule, c'est-à-dire la coupe de notre FIG. 641. Si les prolongements radiés existaient, ils ne s'y attacheraient point, mais se fixeraient au noyau, comme chez tous les autres décapodes du premier groupe. Pour nous, qui n'avons pas vu de prolongements chez la *Dromia*, nous considérons les filaments figurés par GROBBEN comme des lambeaux déchirés de la vésicule.

*Dorippe lanata.*

Nous retrouvons dans cette espèce un détail fréquent chez l'*Inachus* et le *Stenorhynchus* : le couvercle plasmatique de la cupule nucléaire saute parfois tout d'une pièce sous la poussée de la tigelle, FIG. 643. Ce fait y est pourtant plus rare que dans les deux oxyrhynques précités. Les prolongements radiés, au nombre de trois, sont assez développés.

*Ethusa mascarone.*

La vésicule, chez l'*Ethusa*, se développe notablement en hauteur. Sa forme contraste avec celle de la cloche surbaissée des genres précédents, FIG. 649. Il arrive aussi que cette vésicule se détache sur tout le pourtour de son insertion, FIG. 641, comme chez le *Maja*, la *Dorippe* et le *Stenorhynchus*. D'autres fois, elle se rompt au contraire à son sommet, et livre passage à la tigelle sans se déformer, FIG. 650; mais le plus souvent elle se laisse simplement étirer, FIG. 645 à 649.

Le nodule qui se produit au point d'union de la tigelle et de la vésicule dérive, comme chez le *Clibanarius*, d'un renflement de la tigelle et d'un épaissement apical de la vésicule, ainsi que le montre la FIG. 647. Les prolongements plasmatiques constituent une particularité remarquable de ces spermatozoïdes. Ils sont au nombre fixe de trois, et ils acquièrent une longueur considérable. On rencontre avec la plus grande facilité tous les stades de leur développement; ils sont, comme partout, de simples proéminences de la portion plasmatique qui entoure le noyau. Dès leur naissance, ils présentent une grande rigidité et une grande netteté de forme, FIG. 646 à 649.

*Remarque.*

C'est à propos de l'*Ethusa mascarone* que GROBBEN emploie pour la première fois le terme « *Strahlenträger* », ou *porte-rayons*. Il dit expressément que ce corps n'a pas la même signification morphologique que le « *Mittelzapfen* » de la galathée.

Tel n'est pas notre avis; le *Mittelzapfen* de la galathée et le *Strahlenträger* de l'*Ethusa* sont une même chose, le *noyau*. C'est lui qui, dans ces deux espèces, porte les rayons plasmatiques; mais dans la galathée il les porte à sa partie supérieure, tandis que dans l'*Ethusa* il leur donne insertion plus bas. Pour être conséquent, GROBBEN aurait dû appeler le *Mittelzapfen* et le *Strahlenträger*, tête du spermatozoïde. Ce savant dessine les spermatozoïdes de la galathée et de l'*Ethusa* dans la même position que nous; seulement il attribue à leurs différentes parties une autre signification. Pour nous, la portion amincie, placée en haut, c'est la vésicule hyaline incolore; pour GROBBEN c'est la tête colorable. La portion plus renflée, située sous la première, se colore moins, d'après GROBBEN, et, à ses yeux, c'est un *Mittelzapfen* chez la galathée, et un *Strahlenträger* chez l'*Ethusa*; pour nous, dans les deux cas, c'est la seule portion colorable de la cellule-spermatozoïde, le *noyau*, la tête.

Chez la *Dromia*, au contraire, il renverse le spermatozoïde. Le noyau est en haut et la vésicule en bas; cette fois donc le *Strahlenträger* n'est plus le noyau, c'est la coupe évasée dérivant de la vésicule hyaline.

## Troisième étape.

*Constitution des spermatozoïdes.*

Certains auteurs, à la suite de VON SIEBOLD et de KÖLLIKER, se sont demandé si les cellules rayonnées du sperme des décapodes avaient bien la valeur de spermatozoïdes, ou si elles n'étaient pas plutôt des cellules-mères destinées à engendrer ces éléments par un développement ultérieur. Mais aujourd'hui il n'est plus guère permis de se poser cette question; les cellules rayonnées sont des spermatozoïdes adultes.

D'abord on n'a jamais vu les cellules rayonnées se diviser, ni engendrer des spermatozoïdes.

De plus, on connaît bien d'autres spermatozoïdes qui ne revêtent pas la forme filamenteuse; il suffira de citer ceux des nématodes, des chilognathes et de beaucoup d'arachnides.

D'ailleurs la cellule rayonnée des décapodes est une cellule profondément différenciée. Le protoplasme et le noyau y sont complètement métamorphosés, et ils ont subi l'un et l'autre cette diminution, cette condensation qui accompagne toujours l'achèvement du spermatozoïde ordinaire. Les cellules-mères des diverses générations, qui précèdent la naissance des cellules rayonnées, présentent toutes les caractères des cellules jeunes, c'est-à-dire les caractères typiques du protoplasme et du noyau. Or, à un moment donné, elles entrent en différenciation; leur protoplasme et leur noyau subissent des modifications toutes particulières et profondes : les prolongements, la vésicule et la tigelle apparaissent, le noyau devient homogène et cupuliforme, etc. Il est clair qu'à partir de ce moment elles perdent leur signification de cellules prolifératives; elles passent à l'état de cellules adultes, de cellules-spermatozoïdes.

D'autres auteurs pensent que la cellule rayonnée représente le spermatozoïde, mais dans un état éloigné de la maturité; ils admettent qu'elle doit subir encore, probablement dans la femelle, des modifications ayant pour effet de lui donner la forme filamenteuse qu'ils considèrent comme typique. Tel est l'avis de HALLEZ, de P. MAYER et d'autres savants.

Ainsi que nous l'avons insinué plus haut, il faut se garder d'attribuer trop d'importance à cette forme filamenteuse.

Le cytologiste doit se placer à un point de vue plus général et considérer que, le spermatozoïde étant une cellule, son noyau et son protoplasme peuvent présenter, comme dans tous les types de cellule, la plus grande variété de forme d'une espèce à l'autre.

Selon nous, la cellule spermatique des crustacés a la signification d'un spermatozoïde adulte, quand elle est arrivée au terme de sa différenciation dans les organes mâles. Cette cellule est alors aussi profondément différenciée que le spermatozoïde filiforme qui est considéré comme mûr chez le mâle d'autres animaux. Jusqu'au moment où des observations positives nous feront connaître les modifications qu'elle subit ultérieurement, nous n'avons aucun motif d'admettre que sa maturation ne s'achève que dans les organes femelles. Nous ne regardons nullement ce dernier fait comme impossible; mais nous présumons que, si le spermatozoïde des décapodes se modifie encore avant la fécondation, ses modifications doivent être d'ordre tout-à-fait secondaire. Tout au plus la tête peut-elle s'allonger un peu dans certains d'entre eux, pour prendre la forme de la FIG. 536, par exemple. C'est du moins ce qui résulte de nos observations chez le

*Carcinus maenas*, ainsi que chez le *Pagurus Bernhardus*. Chez le *Carcinus*, nous avons observé le spermatozoïde assez près du moment de la fécondation pour écarter l'hypothèse de sa transformation en un filament. Sous ce rapport, nos observations ne confirment pas celles de HALLEZ, pas plus que celles de P. MAYER (1). Ce dernier admet que chez l'*Eupagurus* la queue se forme très tard; mais cette prétendue queue n'est autre chose, d'après ses figures, que le noyau ou la tête; elle a pris la forme allongée que nous lui connaissons chez le mâle des pagurides, FIG. 496, 521, 536 et autres. Cette forme un peu effilée du spermatozoïde ne constitue nullement une transition au spermatozoïde filiforme, car la portion plasmatique, celle qui constitue la queue de ce dernier, ne prend jamais chez l'*Eupagurus* la forme d'un filament; le noyau seul est un peu allongé. Or la forme allongée du noyau n'est qu'une des nombreuses formes que peut revêtir cet élément dans les décapodes et les animaux en général.

Nous sommes donc, sur ce point, complètement d'accord avec GROBBEN. L'observation très concluante qu'il a faite chez l'*Astacus* pendant la ponte, prouvent suffisamment que les « cellules rayonnantes » des anciens auteurs sont bien des spermatozoïdes adultes.

#### *Comparaison des spermatozoïdes.*

Le seul caractère commun que l'on puisse assigner aux spermatozoïdes des décapodes est tiré de leur genèse; leur noyau supporte toujours une portion achromatique dérivant de la vacuole du cytoplasme.

C'est ce caractère qui donne aux spermatozoïdes de tout ce sous-ordre, à part le groupe des carides, l'air de famille qui leur est commun. La variété des produits de la différenciation de cette vacuole, ou pour mieux dire de tout le cytoplasme, et du noyau est cependant assez grande, comme on a pu en juger : la forme de la vésicule hyaline et ses dimensions; la présence ou l'absence de la perforation apicale, de la tigelle et des prolongements radiés; l'existence ou le manque, la persistance ou la disparition de la vésicule secondaire; enfin la forme variable du noyau, sont autant de traits qui peuvent caractériser le spermatozoïde de chaque espèce sans masquer le facies particulier qu'il revêt chez tous les animaux de ce groupe.

Rappelons ici que les spermatozoïdes d'une même espèce, voire aussi

P. MAYER. *Zur Entwicklungsgeschichte der Dekapoden*; Jenaische Zeitsch. f. Naturw., 1877.



d'un même individu, peuvent présenter des différences de détail assez accentuées dépendant d'un écart dans le développement d'une ou de plusieurs parties de la cellule.

### *État des spermatozoïdes.*

Nous avons vu que GROBBEN considère comme un spermatophore le cordon visqueux qui, chez certaines espèces, remplit le canal déférent et enrobe les spermatozoïdes; il admet par conséquent que tous les décapodes produisent des spermatophores.

Comme le savant professeur de Vienne, nous avons remarqué parfois cette couche périphérique d'un aspect particulier qui, d'après lui, serait un produit de sécrétion élaboré dans les portions moyenne et inférieure du canal déférent. Mais ce détail, nous l'avons déjà dit, ne suffit pas pour donner à ce corps le caractère d'autonomie des productions auxquelles nous croyons devoir réserver le terme de spermatophore. Dans tous les cas, ce filament, remplissant toute la lumière du canal déférent, n'est à nos yeux qu'un sperme très consistant; il est susceptible d'être émis en plusieurs portions, aussi bien que les spermes les plus fluides et le plasma qui, dans d'autres espèces, charrie les vrais spermatophores.

Ainsi, nous distinguons, parmi les décapodes, des espèces qui n'ont pas de spermatophores et des espèces qui en possèdent.

Le premier groupe comprend les animaux que nous avons déjà indiqués, à la p. 121.

Le second comprend toutes les autres espèces que nous avons examinées; toutes possèdent une multitude de capsules à paroi résistante, qui se partagent les spermatozoïdes et qui sont de vrais spermatophores.

Ces capsules sont de deux espèces. Les unes sont libres dans la lumière des canaux testiculaires; les autres sont fixées par leur base à la paroi du canal déférent. Les premières s'observent chez les brachyures; les secondes chez les macroures en général, et chez un brachyure, la *Porcellana*.

La formation des spermatophores est de plus intéressante.

GROBBEN en a assez bien saisi la marche générale. Mais ses figures ont trait surtout à l'anatomie du canal déférent, dont il fait une étude très détaillée et très complète. Pour ce qui concerne la production ou l'élaboration des spermatophores, dans ce canal il se montre au contraire avare de détails, et surtout de figures.

L'exposition détaillée de nos observations ne sera donc pas superflue.

Mais, avant d'étudier la genèse des spermatophores, disons un mot de la substance visqueuse qui contient les spermatozoïdes dans les espèces qui sont dépourvues de ces corps.

Cette substance à l'aspect hyalin de la gélatine gonflée par l'eau, mais elle est loin d'en avoir la fragilité. Elle est au contraire visqueuse et tenace; ses propriétés la rapprochent plutôt de la soie des larves d'insectes et des arachnides; comme cette substance, elle attire les matières colorantes, et surtout le carmin. Cependant cette affinité est en général moins marquée que dans la soie proprement dite.

Rien ne nous empêche d'admettre avec GROBBEN que l'enveloppe, dont la partie inférieure du filament est souvent garnie, soit un produit différent de celui qui est excrété dans les régions plus élevées du tube et qui forme le corps du filament. Mais, d'autre part, rien ne nous oblige à adopter cette manière de voir; on pourrait se demander avec autant de raison si la couche extérieure ne dérive pas plutôt de l'action d'un ferment, ou d'un autre agent chimique, sur le premier produit de sécrétion. Quoi qu'il en soit, nous n'avons jamais observé qu'un nouveau produit venaît s'ajouter au premier.

Nous avons remarqué que le plasma filant apparaît dans les régions moyenne et inférieure du canal, avant de se montrer dans la région supérieure. Ainsi chez *Astacus fluviatilis*, au début de la saison de reproduction, c'est-à-dire en juillet et en août, on trouve généralement la portion tout à fait supérieure dépourvue de ce liquide hyalin; le tube est seulement rempli de spermatozoïdes, baignés d'une très petite quantité de plasma fluide. Plus tard, au contraire, la substance épaisse et réfringente s'élève jusqu'au testicule et, vers le mois de décembre, nous en avons constaté la présence dans l'intérieur même de tous les acinis, chez la plupart des individus, FIG. 416.

La production du plasma visqueux est un acte physiologique qui se produit spontanément dans les cellules épithéliales du canal déférent, à une certaine époque de l'année; ce n'est pas la présence des spermatozoïdes qui en provoque l'accomplissement. Ce fait est facile à constater en examinant le contenu des canaux avant l'époque de la reproduction; on trouve alors leur partie inférieure obstruée par le plasma, mais complètement dépourvue de spermatozoïdes.

*Spermatophores.*

Passons à l'étude des spermatophores, et, tout d'abord, disons un mot de la méthode que nous avons suivie dans nos recherches sur ces singulières productions.

Il est nécessaire avant tout, pour étudier la structure des spermatophores, de les isoler et de les débarrasser du plasma opaque qui remplit le canal déférent. Ce résultat ne s'obtient qu'imparfaitement par la simple dissociation; l'application d'une solution alcaline, au contraire, dissout instantanément le plasma et libère les spermatophores.

Mais la potasse, la soude et leurs carbonates ont le défaut d'attaquer rapidement les spermatozoïdes, et même de gonfler les capsules. L'eau de chaux est d'un usage plus approprié; elle respecte davantage les spermatophores et leur contenu, tout en dissolvant très rapidement le plasma. Nous exprimons dans une goutte de ce liquide le contenu du canal déférent, et nous l'étendons le mieux possible avec des aiguilles. Chez les macroures, nous prolongeons l'action de la chaux jusqu'au moment où il ne demeure plus qu'un peu de substance granuleuse entre les spermatophores; le réactif est alors enlevé et la préparation neutralisée par une solution acide. Le plus souvent nous faisons usage de la solution mixte de vert de méthyle et de safranine, additionnée d'un peu d'acide acétique.

Cependant il ne suffit pas d'examiner les spermatophores extraits de leur tube; l'étude de leur genèse exige qu'on les observe dans leur position naturelle, à l'intérieur même du canal déférent. Les coupes microtomiques de ce canal peuvent seules réaliser ces conditions d'observation. Ce n'est pas sans difficulté qu'on les obtient, car cet objet devient cassant par la fixation et l'enrobage. Nous avons expérimenté différentes méthodes de fixation (1); mais, après quelques tâtonnements, nous sommes revenu à l'emploi de notre solution mercurique habituelle (2). En divisant les pièces à enrober en tronçons très courts, on peut obtenir d'assez bonnes coupes à la paraffine; surtout si l'on prend la précaution d'enduire, avant chaque section, la surface de la pièce d'une mince couche d'un mélange de collodion (100 p.) et d'essence de girofle (5 p.). Mais l'enrobage à la celloïdine fournit de meilleurs résultats.

---

(1) Nous saisissons l'occasion de rendre un hommage de gratitude à notre savant ami, M<sup>r</sup> SALVATORE LO BIANCO, qui, a mainte reprise, nous a expédié de Naples des matériaux préparés d'après nos indications.

(2) Voir Première partie, p. 57.

## 1° Capsules libres.

Ce genre de spermatophores se rencontre, avons-nous dit, chez la généralité des *Brachyures*.

Les carcinides, les maïdes, les portunides en fournissent de bons exemples; tout le monde les connaît d'ailleurs pour les avoir eus sous les yeux au cours de ses études élémentaires d'anatomie comparée.

Tous ces spermatophores présentent la même structure, et à peu près la même forme. De tous les brachyures que nous avons pu examiner au laboratoire de M<sup>r</sup> DOHRN, la *Porcellana platycheles*, seule, fait exception sous ce rapport; GROBBEN avait déjà rangé cette espèce parmi les décapodes à spermatophores pédiculés.

Leur grandeur seule est très variable. Dans le même individu, elle oscille entre des limites fort larges, et son volume moyen varie beaucoup d'un individu à l'autre. C'est dans la *Lupa hastata* que nous avons noté la dimension moyenne la plus faible.

Il nous suffira d'étudier la structure et la genèse de ces spermatophores dans une seule espèce; prenons comme exemple l'*Inachus scorpio*.

*Description.*

Examinons d'abord les FIG. 722 à 727; elles représentent des spermatophores de ce brachyure, parvenus à maturité.

La structure de ces corps est fort simple : ce sont des capsules de dimensions variables, plus ou moins remplies de spermatozoïdes, et possédant une membrane assez épaisse, très résistante et présentant souvent des couches concentriques.

Le nombre des spermatozoïdes qu'on y trouve est très variable, même dans les capsules d'égale grandeur. Ils y sont baignés d'un plasma granuleux et visqueux.

Chez certains espèces, par exemple le *Maja verrucosa* et l'*Ilia nucleus*, on rencontre parmi les spermatophores ordinaires des capsules portant des appendices effilés; mais cette particularité ne s'observe que sur les capsules de petite dimension. Nous figurons comme exemples quelques variétés de ce genre appartenant à l'*Ilia nucleus*, FIG. 732, 733, 734. Les grandes capsules, qui atteignent, dans cette espèce, une dimension quatre ou cinq fois plus forte que celle de la FIG. 722 (*Inachus*), ne portent que très rarement ces appendices.



*Genèse.*

Nous concevons de la manière suivante la formation des capsules libres.

Les spermatozoïdes abandonnent le testicule, plutôt par petits groupes qu'en colonne serrée; en tout cas, les amas trop considérables qu'ils pourraient former se divisent en pénétrant dans le canal déférent. Dans ce canal, ils rencontrent le plasma visqueux et granuleux qu'y déversent les cellules épithéliales. Chaque amas s'enrobe dans une portion de ce plasma, puis s'entoure d'une enveloppe hyaline, très analogue à une membrane cellulaire, et qui semble résulter d'une transformation du plasma granuleux à la périphérie de l'amas spermatique.

La production des capsules a d'abord pour siège la partie moyenne du canal. Mais plus tard, vers la fin de la période d'activité testiculaire, on trouve les acinis eux-mêmes remplis de spermatophores de toutes dimensions; c'est ce que nous avons constaté chez les *Portunus holsatus* et *depurator*, le *Carcinus mœnas* et la *Lupa hastata*.

Les spermatophores des brachyures en général sont charriés par un liquide filant, d'un aspect laiteux, contenant des granules et une multitude de sphérules albuminoïdes hyalines. Ainsi que HALLEZ l'a déjà observé, ce liquide est déversé dans la partie inférieure des oviductes, où il s'accumule. On l'y retrouve sous la forme d'un coagulum caséeux. Nos observations sur le *Carcinus mœnas*, faites sur la côte de la mer du Nord, nous amènent à cette conclusion, que le coagulum spermatique demeure fort longtemps dans les organes femelles; il se dissout lentement, et sert probablement à nourrir les cellules-spermatozoïdes jusqu'à l'instant de la fécondation. Ce dernier acte doit se produire peu de temps avant la ponte, si non au moment même de la sortie des œufs.

Signalons ici un détail qui nous a paru intéressant, l'existence de capsules spermatiques bien constituées, mais vides. Les FIG. 728 à 732 en sont des exemples tirés de l'*Inachus scorpio* et de l'*Ilia nucleus*. Nous avons observé de ces plaques très fréquemment, surtout chez les individus ayant atteint toute la maturité sexuelle. A côté des capsules complètement vides, on en trouve qui ne renferment qu'un nombre de spermatozoïdes très faible, eu égard à leurs dimensions, FIG. 734.

Ces faits indiquent que la formation des spermatophores est un phénomène indépendant de l'action des spermatozoïdes et dont tout le mécanisme réside, soit exclusivement dans le plasma élaboré par les cellules épithéliales du canal, soit à la fois dans ce plasma et dans ces cellules fonctionnant simultanément. Nous reviendrons plus tard sur ces considérations.

## 2° Capsules pédiculées.

*Description.*

Les FIG. 742 et 747 représentent les spermatophores du *Pagurus callidus* et du *Clibanarius misanthropus*.

Ainsi qu'on le remarque, la capsule ovoïde un peu aplatie du premier et l'espèce de casque du second ne flottent plus librement dans le plasma spermatique, comme chez les brachyures; les réceptacles à spermatozoïdes sont rattachés par un pédicule à la paroi du canal déférent.

Chez les *Pagurus striatus* et *callidus*, ce pédicule est formé d'une substance hyaline, ressemblant à la soie et attirant comme elle les matières colorantes. Il s'élargit à sa base et repose sur une plaque de substance granuleuse, opaque et foncée, qui lui sert de piédestal. Dans les deux espèces que nous venons de citer, chaque spermatophore en général possède sa plaque propre, séparée de ses voisines par un sillon profond. Mais chez d'autres pagurides, chacune des plaques porte ordinairement plusieurs capsules; chez le *Pagurus Bernhardus* par exemple, le contenu du canal déférent est divisé en batteries comptant de un à six ou sept spermatophores.

A son extrémité supérieure, le pédicule pénètre toujours plus ou moins dans l'intérieur de la capsule. Il a la forme d'une tige légèrement aplatie. Sa longueur est variable d'une espèce à l'autre. Il est très long chez les *Pagurus striatus* et *callidus*; celui de la FIG. 742 doit encore s'allonger d'environ un tiers, car il n'est pas encore parfaitement mûr. Le pédicule est au contraire très court, presque nul, chez le *Pagurus Bernhardus* et les *Eupagurus Prideauxii* et *meticulosus*. Chez le *Clibanarius misanthropus* il est moyennement développé; dans cette espèce il reste toujours un peu granuleux, moins hyalin que chez les pagures.

La disposition des spermatophores dans la portion moyenne du canal déférent est très régulière. Ces corps sont alignés les uns derrière les autres sur un seul rang, et adhèrent entre eux par les bords antérieur et postérieur de leur plaque basale, formant ainsi une chaîne continue. La FIG. 745 représente un tronçon de cette chaîne. Dans la portion inférieure du canal déférent, la coulisse est plus large et les spermatophores se placent sur plusieurs rangs.

La FIG. 735 indique la conformation particulière du canal déférent chez le *Pagurus callidus*. Sa paroi présente deux épaississements latéraux; cette disposition a déjà été indiquée par GROBBEN.

Sur la lame inférieure plus mince de la paroi repose la plaque basale des spermatophores; elle glisse sur cette partie comme dans une coulisse. Un plasma granuleux grisâtre remplit tous les vides du canal déférent, et englue les capsules et leur pédicule.

Rien de plus singulier que ce long cortège de spermatophores, qui progresse en bon ordre. Après l'application de la solution mixte de vert de méthyle et de safranine, qui communique au contenu des capsules une coloration bleue intense et teint le pédicule hyalin en un beau rouge vif, tout en laissant à la plaque basale sa couleur sombre et son opacité naturelle, il présente un aspect féérique.

### *Genèse.*

La genèse des spermatophores pédiculés est plus compliquée que celle des capsules libres; à la formation de la capsule s'ajoute la formation du pédicule et de la plaque.

Nous exposerons la marche générale du développement des spermatophores en quelques thèses résumées, en prenant comme exemple le *Pagurus callidus*. Nous suivrons pas à pas dans cette espèce les spermatozoïdes, depuis le moment où ils quittent à l'état de liberté les acinis testiculaires jusqu'à celui où, emprisonnés dans les spermatophores, ils arrivent au bas du canal déférent. Les FIG. 735 à 745 feront connaître au lecteur les phases principales du phénomène.

1° *La colonne de spermatozoïdes, à sa sortie du testicule, rencontre dans la partie supérieure du canal déférent un plasma granuleux produit par l'épithélium de cette région; elle s'imprègne de ce plasma. Tandis qu'elle parcourt la portion supérieure déférente, ainsi que la première portion spiralée du canal, le plasma se modifie; il devient plus hyalin et plus réfringent à la périphérie, et s'organise en une gaine qui devient la membrane capsulaire des spermatophores.*

Contrairement à ce qui se produit chez les brachyures, les spermatozoïdes, au sortir du testicule, forment une colonne compacte. Ce fait est facile à vérifier, soit sur les coupes, soit sur les organes fixés par la vapeur d'alcool sulfureux, et montés dans un milieu réfringent.

Ce n'est qu'au bas de cette colonne qu'on voit parfois quelques îlots séparés, formant comme l'avant garde, ainsi que nous l'avons observé chez un *Pagurus striatus*.

Dans les premières portions du canal, comme dans les acinis, les spermatozoïdes sont agglutinés par un liquide albuminoïde très peu abondant, à peine décelable; l'épithélium de cette région ne secrète que peu de liquide. Un peu plus bas, au contraire, et surtout dans la portion spiralée, les cellules épithéliales déversent dans la lumière un abondant plasma granuleux; des restes coagulés de ce plasma se voient dans la FIG. 735, qui reproduit une coupe transversale de la région spiralée du canal déférent. Ce sont surtout les cellules cylindriques très allongées des bourrelets longitudinaux de l'épithélium qui élaborent le plasma.

La coupe de la FIG. 735, a été pratiquée à un niveau inférieur à celui qu'atteignait en ce moment l'extrémité de la colonne; aucun spermatozoïde n'existait encore dans cette région.

A mesure que la colonne descend, elle s'imprègne de plasma; on peut en effet constater la présence de ce dernier à l'intérieur de la masse des spermatozoïdes, ainsi qu'on le voit dans la FIG. 736.

En même temps, elle paraît se consolider dans sa forme, tout en s'amincissant un peu; elle est loin de remplir toute la lumière des tubes.

Mais le plasma qui l'enrobe ne garde par les mêmes caractères que celui que lui reste extérieur : il perd ses granules et devient hyalin. C'est surtout la portion périphérique, constituant à la colonne une gaine complète, qui prend ces caractères, ainsi qu'on le voit en *m* dans la FIG. 736. Cette gaine prend la réfringence particulière des membranes cellulaires; elle présente souvent des traces de couches concentriques irrégulières. Cependant elle demeure pendant longtemps de consistance molle et pâteuse.

Un coup d'œil comparatif jeté sur les FIG. 736 à 742 suffit pour constater que de cette gaine dérive la membrane capsulaire des spermatophores.

*2° Parvenue dans la section spiralée la colonne s'accôle à l'un des bourrelets latéraux.*

Ce fait se constate par l'examen des coupes transversales, semblables à la FIG. 736, se succédant en longue série, ainsi qu'à l'aide des coupes longitudinales.

*3° Entre elle et ce bourrelet se produit une accumulation du plasma granuleux qui n'a pas participé à la formation de la colonne; ce plasma est destiné à engendrer la plaque basale et le pédicule des spermatophores.*

Cet amas se voit en *p* dans la FIG. 736; il a la forme d'une bandelette irrégulière. A l'état frais, il est probable qu'il n'est pas séparé du reste du plasma spermatique qui remplit le tube. Sa séparation dans cette



figure est le résultat de la coagulation produite par les réactifs; telle est aussi l'origine des espaces vides que présente la lumière du tube.

4° Bientôt la colonne subit des modifications : *du côté de la lumière du tube, sa membrane se consolide, tout en s'amincissant; puis elle est refoulée vers la paroi par une série d'étranglements qui divisent la colonne en portions de grandeur à peu près égale, et dont chacune deviendra la capsule d'un spermatophore.*

La membrane s'amincit beaucoup. Cela ressort de la comparaison des FIG. 736 m et 737 m. En même temps elle acquiert des contours de plus en plus réguliers, et gagne en consistance et en élasticité; en somme, il semble que sa substance se concrète.

Pendant que se manifeste ce changement, apparaissent les étranglements. Ils sont bien avancés déjà dans les FIG. 737 et 740. Un regard sur ces figures permet de reconnaître que chacune des portions étranglées devient une capsule.

5° *Peu après toute la colonne, avec la lame basale, change de place; la lame vient occuper la coulisse formée par la portion inférieure de la paroi épithéliale, en conservant ses rapports avec la colonne.*

Ce mouvement est facile à constater à l'aide de coupes transversales. Vers le stade de la FIG. 739, les spermatophores occupent ordinairement la coulisse.

A plusieurs reprises, nous avons trouvé sur des coupes transversales, prises un peu plus haut que l'endroit où la colonne occupe la coulisse, deux et même trois sections de la masse spermatique. Ces sections appartenaient-elles à trois colonnes distinctes, descendant simultanément dans cette région? Nous l'ignorons, mais nous sommes plus porté à croire que la colonne spermatique se pelotonne dans cette région, ou du moins y décrit des zigzags très prononcés, de telle sorte que plusieurs de ses sections peuvent se rencontrer sur une coupe transversale.

6° *En même temps les étranglements de la colonne spermatique se complètent. Les capsules s'isolent les unes des autres, s'allongent, s'étranglent un peu à leur base et deviennent ovoïdes ou piriformes. Pendant longtemps, la portion de la membrane qui constituait le fond des étranglements relie encore les capsules; mais elle finit par se briser et disparaître.*

L'achèvement du sillon d'étranglement et les changements de forme de la capsule se constatent dans la série des FIG. 737 à 742. Dans les FIG. 738

et 739, la membrane qui unit la base étranglée des capsules est la portion qui formait le fond de l'étranglement. Le feuillet de la membrane colonnaire, qui était contigu à la lame basale, se retrouve tout entier sous la base des capsules; c'est lui qui en ferme la partie inférieure; il paraît ne pas contribuer à la formation de la membrane unissante. L'étranglement que subit la base des capsules a pour conséquence de diviser ce feuillet en portions distinctes. On retrouve la membrane unissante jusqu'au stade de la FIG. 741, et même plus tard.

L'accentuation de l'étranglement des capsules a pour effet de faire proéminer le plasma basal et, avec lui, le feuillet inférieur de la membrane dans l'intérieur de la capsule. Cette proéminence est très prononcée plus tard, quand le pédicule est formé, FIG. 741 et 742; elle porte le prolongement central qu'on observe souvent au milieu des spermatozoïdes.

La FIG. 740 a trait à un mode de scission de la colonne un peu différent de celui que nous venons de décrire, et qui s'observe fréquemment. Il ne diffère du premier que par le retard de l'apparition des étranglements sur l'édification des pédoncules dans la lame basale. Ce dernier phénomène y présente, du reste, quelques particularités dont nous dirons un mot plus loin.

C'est ici le lieu de parler de certains petits spermatophores secondaires, que l'on trouve souvent accolés à la base des spermatophores normaux, chez certaines espèces et, entre autres, chez le *Pagurus Bernhardus* et les *Eupagurus*. GROBBEN leur donne le nom de - *Nebenspermatophoren*. " Ils se forment probablement aux dépens de certains amas que des étranglements secondaires viennent isoler au fond du sillon primaire. La portion marquée *n* dans la FIG. 740 rend compte de la production de ces capsules secondaires.

7° Pendant que la colonne de spermatozoïdes se segmente, et que les capsules se transforment et s'achèvent, la lame basale présente des modifications importantes; *cette lame, formée de plasma granuleux devenu plus opaque, envoie dans chaque division, ou capsule, un prolongement de forme irrégulière.*

Du côté qui avoisine la paroi du tube, la membrane propre de la colonne, contiguë à la lame basale, demeure longtemps faible et assez mal constituée, surtout au niveau du milieu des capsules. Or, à ce même niveau, on voit apparaître une sorte de tige irrégulière et souvent ramifiée, qui semble être un prolongement de la lame basale sous-jacente, fusionnée en ce

point avec la substance de la membrane. On dirait parfois que c'est la membrane seule qui produit ce bourgeon; mais dans d'autres cas la pénétration du plasma de la lame basale est évidente. Ce fait est surtout visible chez le *Clibanarius misanthropus*, FIG. 747. Chez le *Pagurus* on n'en retrouve que des traces dans le spermatophore adulte.

8° *En même temps la lame basale s'épaissit au dessous de chaque capsule. Au sein de ces épaissements on voit se différencier un corps cylindrique qui prend un aspect différent du plasma voisin et se transforme en une tige hyaline, analogue par ses propriétés microchimiques, à la soie des insectes et des arachnides. En s'allongeant, cette tige repousse la capsule vers la paroi opposée du canal déférent et devient le pédicule du spermatophore. La portion inférieure de chaque épaissement conserve son opacité et constitue la plaque basale, ou le piédestal du spermatophore.*

La FIG. 737 montre le premier indice de cette accumulation de plasma sous le prolongement interne; elle est déjà plus accentuée dans la FIG. 738.

La FIG. 739 la montre plus développée encore, mais on y constate en outre la première apparition du pédicule; sous la capsule la masse de plasma revêt la forme d'une tige cylindrique à contours nets. De plus, ce plasma a pris des caractères particuliers; tout en restant plus opaque que le plasma extérieur à la lame basale, il est devenu plus clair, moins granuleux que le reste de cette lame, et présente une structure réticulée très grossière.

Dès ce moment, la lame basale est divisée en autant de portions épaissies qu'il y a de capsules et, dans chacune de ces portions, le pédicule et la plaque basale sont déjà distincts. Plus tard, l'aspect du pédicule se modifie de plus en plus; ses granules disparaissent et sa substance s'éclaircit beaucoup, en prenant l'aspect de la soie ou de l'axe du spermatophore filamenteux des coléoptères. Cependant il acquiert rarement la transparence et l'homogénéité parfaites de ces soies; ordinairement on distingue encore dans sa substance des stries et des coulées irrégulières, qui s'atténuent à mesure que le spermatophore approche de la maturité.

Ces changements dans la structure interne et la forme du pédicule sont connexes de certaines modifications chimiques qui s'y produisent. Celles-ci sont mises en évidence par l'emploi des matières colorantes et des solutions alcalines.

L'affinité du pédicule pour les matières colorantes est d'autant plus

prononcée qu'il est plus différencié. Ensuite il oppose à l'action tuméfiante et dissolvante des solutions alcalines une résistance d'autant plus grande qu'il appartient à un spermatophore plus âgé. L'eau de chaux, quand on prolonge son action pendant deux ou trois heures, y fait reparaitre l'aspect grossièrement réticulé; on y voit alors des trainées trabéculaires transversales et longitudinales, FIG. 743. Il semble donc que ces corps, bien qu'ils soient élaborés en dehors des cellules, possèdent cependant la structure réticulée, comme les membranes et d'autres produits de la différenciation directe du protoplasme cellulaire.

On trouve assez souvent chez le *Pagurus callidus* un mode un peu différent du développement de la tige, FIG. 740. Dans ce mode, l'individualisation de chacun des pédicules est d'abord beaucoup moins complète; en effet, à côté de pédicules normalement isolés, comme le n° 1, on observe, n° 2, de gros piliers supportant plusieurs capsules et se ramifiant en autant de branches. Il est probable que cette irrégularité trouve sa cause dans la précocité de la différenciation de la lame basale par rapport à celle de la colonne de spermatozoïdes; la segmentation de la lame basale est sans doute réglée par celle de la colonne.

Signalons encore la formation de petites tiges intermédiaires qui existent souvent entre deux spermatophores voisins; on en voit des exemples dans les FIG. 740 à 742, 744 et 745. Ces tigelles sont ordinairement coniques et groupées en nombre variable; elles ont le même aspect et les mêmes réactions que les pédicules normaux. Le sillon qui sépare les plaques basales des deux spermatophores voisins manque ordinairement, quand ces tiges sans capsules existent.

La présence de spermatophores vides se constate chez les macroures, comme chez les brachyures. Le *Pagurus callidus* en fournit de curieux exemples. Nous avons reproduit dans la FIG. 745 un tronçon de la partie tout à fait inférieure de la chaîne, chez un pagure n'ayant point encore atteint la maturité sexuelle; la chaîne descendait jusqu'à un centimètre de l'orifice génital. Ainsi qu'on le remarque, la disposition des pédicules y est la même que dans la FIG. 740; mais les tiges y sont plus avancées que dans cette figure.

Les capsules sans spermatozoïdes ne sont pourtant pas vides; elles sont partiellement remplies d'un plasma granuleux, accumulé dans leur portion centrale. C'est le même plasma qui baigne les spermatozoïdes des capsules pleines; seulement dans ces dernières il est moins abondant.



Outre ce plasma, les capsules contiennent un grand nombre de trabécules apparemment solides, qui rayonnent de l'axe de la capsule vers la membrane, et soutiennent cette dernière. Ces trabécules paraissent n'être que des ramifications du prolongement interne, dont nous avons signalé la formation au début de l'organisation du spermatophore. On peut aussi constater leur présence dans les capsules remplies, mais avec peine; il nous semble que dans ces dernières cet échafaudage interne est beaucoup moins développé.

L'intérêt qui s'attache à l'existence des capsules vides chez les brachyures est doublé chez les macroures, à cause de la grande complication de ces éléments.

Si l'on ignorait le processus de la formation des spermatophores, on pourrait croire que ces capsules vides sont destinées à être ultérieurement remplies de spermatozoïdes; mais la description que nous en avons donnée suffit pour écarter cette hypothèse. D'ailleurs la pénétration des spermatozoïdes à travers la membrane résistante de la capsule serait un fait surprenant. Sans aucun doute, ces spermatophores sont des productions avortées, par suite du manque de coïncidence entre la formation du plasma dans la portion inférieure du canal déférent et l'arrivée des spermatozoïdes dans cette région.

*Remarques sur le mécanisme de la formation des spermatophores.*

Le lecteur qui nous aura suivi jusqu'ici aura trouvé étranges et tout à fait insolites les faits que nous avons décrits. En effet, la formation des spermatophores, telle que nous venons de l'exposer, est un phénomène qui paraît sortir complètement des processus génétiques ordinaires. Si ces corps dériveraient directement d'une ou de plusieurs cellules, il y aurait lieu de voir seulement dans leur genèse un cas particulier de la différenciation protoplasmique. Ce cas serait intéressant, à cause de la structure singulière des spermatophores, mais il rappellerait la formation de certaines membranes cellulaires compliquées.

Nous avons vu que telle n'est pas leur origine.

Ils naissent au sein d'un plasma sécrété par les cellules épithéliales. On les voit se former dans ce liquide visqueux, même en l'absence des spermatozoïdes, presque comme des cristaux se produisent au sein d'une solution saturée.

Comment expliquer cette formation?

Nous nous bornerons à émettre à ce sujet quelques considérations qui nous paraissent avoir une certaine valeur : elles ont trait à la véritable nature du plasma granuleux qui engendre les spermatophores.

Ce plasma peut-il être comparé, au point de vue de sa constitution, à la simple solution d'un corps colloïde? Nous ne le croyons pas. Le plasma générateur des spermatophores possède une constitution plus compliquée, sa genèse le prouve.

Nous avons indiqué plus haut les cellules qui produisent ce plasma; ce sont celles qui tapissent les portions moyenne et inférieure du canal déférent chez les pagurides, et surtout celles qui constituent les deux bourrelets latéraux, FIG. 735 et 736.

Le travail de ces cellules ne se réduit pas à déverser dans le canal déférent, par un simple phénomène de diffusion ou d'osmose, un liquide plus ou moins concentré; l'excrétion des produits qui constituent le plasma est un phénomène d'un autre genre. Les cellules épithéliales se remplissent de produits qui s'accumulent dans des vacuoles, ou se montrent sous forme d'enclaves semi-liquides, FIG. 736. En même temps, leur protoplasme paraît se désorganiser profondément; c'est la conséquence de la multiplicité des vacuoles et des enclaves qui s'y développent. Leur membrane aussi se détruit par places; il en résulte que le protoplasme se fusionne de cellule à cellule. Enfin les noyaux eux-mêmes participent à ces modifications. Ils prennent sous l'action du vert de méthyle une coloration homogène, fait qui est constant dans les noyaux altérés; de plus ils présentent une forme irrégulière et ratatinée. A l'extrémité interne de ces cellules, il se produit de bonne heure une déchirure qui permet aux produits accumulés et à l'enchylème de se répandre dans la lumière du canal déférent, en entraînant des lambeaux du réticulum. Ces faits se remarquent dans la FIG. 736. On y voit l'extrémité déchirée des cellules se perdre dans une masse ayant encore l'aspect du protoplasme réticulé. Celle-ci, à son tour, passe insensiblement à un magma granuleux, qui n'a plus l'aspect réticulé, mais qui est rempli de coulées et de zones plus ou moins foncées.

En d'autres termes : *le plasma générateur des spermatophores est du protoplasme encombré de produits albuminoïdes, expulsé des cellules épithéliales et qui, dans la lumière du canal déférent, se modifie encore au point de perdre l'aspect extérieur du protoplasme réticulé.*

Cette conclusion est très importante au point de vue de l'interprétation du processus qui nous occupe.

En effet, si, tout modifié qu'il est, le plasma générateur est encore du protoplasme, on doit admettre qu'il possède les propriétés caractéristiques de la matière vivante, et qu'il peut encore présenter les phénomènes de nutrition et de différenciation que l'on observe dans le protoplasme normal.

Dès lors, il est permis de considérer la formation des spermatophores comme un cas particulier de la différenciation protoplasmatique; les différents phénomènes qu'elle présente rentrent dans une catégorie de faits bien connus des cytologistes, et leur étude se trouve rattachée à l'histoire générale du protoplasme.

Ainsi, la formation de la gaine de la colonne spermatique imprégnée de plasma, comme l'apparition de la capsule des brachyures, seraient des phénomènes analogues à la formation de la membrane cellulaire ou de la cuticule; l'aspect de cette gaine rappelle du reste celui des membranes, et ses couches concentriques ne font que rendre plus évident le rapport existant entre ces deux productions. Cette analogie est plus sensible encore dans le spermatophore d'un autre animal, la *Scolopendra dalmatica*; la membrane y présente, comme nous le verrons plus loin, la structure typique des membranes cellulaires.

Le pédicule se formerait également par une différenciation particulière, au sein du même plasma; la plaque basale serait la portion la moins différenciée. Le pédicule, comme la membrane capsulaire, présente une structure interne qui rappelle celle des produits de la différenciation directe du protoplasme. Nous avons signalé, en effet, l'aspect réticulé qu'il prend sous l'influence de l'eau de chaux, ainsi que celui qu'il présente naturellement pendant sa formation, FIG. 739, 741 et 743.

Enfin, la portion du plasma qui ne participe pas à la formation des pédicules offre, en certains endroits, une structure nettement réticulée. Entre les spermatophores, la partie qui résiste longtemps à l'eau de chaux est sillonnée de gros filaments parallèles, rappelant assez bien la structure réticulée du protoplasme, FIG. 742.

Quant aux phénomènes de l'étranglement et de la scission de la colonne, nous ne savons trop comment en interpréter le mécanisme. Mais on pourraient les rapprocher des phénomènes semblables que l'on observe dans les cellules; la sténose de la colonne, étant donnée la signification que nous attribuons au plasma, n'est pas plus étrange que la sténose des cellules. Elle serait au contraire tout à fait mystérieuse, si le plasma spermatique était une simple solution d'albuminoïdes.

En dernière analyse, la genèse des spermatophores n'est donc, selon toute apparence, qu'un cas spécial de la différenciation protoplasmatique. La membrane, le pédicule et la plaque représentent du protoplasme plus ou moins modifié, au point de vue de sa structure intime et de sa constitution chimique. Mais ces phénomènes ont cela de particulier que la masse de protoplasme est préalablement expulsée de la cellule, et s'en sépare dans un état de désorganisation assez profonde, mais en gardant cependant ses propriétés essentielles, et surtout la faculté de se différencier.

*Deuxième groupe : Carides.*

Diverses espèces ont fait l'objet de nos recherches dans cette famille, entre autres les suivantes :

*Crangon vulgaris.*

*Crangon cataphractus.*

*Palemon vulgaris.*

*Sycionia sculpta.*

*Nika edulis.*

*Lysmata seticaudata.*

Malheureusement, dans aucune de ces espèces, nous n'avons pu suivre d'une manière complète le déroulement des trois étapes de la spermatogénèse, le temps nous ayant fait défaut à l'époque où s'effectuaient les phénomènes de la première étape et du commencement de la seconde. Nous nous bornerons à exposer brièvement les résultats que nous ont fournis le *Crangon cataphractus* et la *Lysmata seticaudata*; les autres espèces citées nous paraissent d'ailleurs différer très peu de ces deux types.

*Première étape.*

GROBBEN ne nous apprend rien au sujet de la présence ou de l'absence d'un plasmodium de remplacement dans le testicule des carides. N'ayant point pratiqué de coupes dans cet organe, nous ne sommes pas en mesure de combler cette lacune avec toute la précision désirable.

Cependant les données que nous avons recueillies nous font croire qu'il y a un plasmodium de remplacement chez les carides comme chez les autres décapodes.



Sur des préparations dissociées du testicule de *Lysmata*, faites le 15 mai, nous avons trouvé un certain nombre de noyaux à nucléine fragmentée, libres dans la préparation, ou contenus, soit séparément soit par groupes, dans des lambeaux de protoplasme.

Ces mêmes préparations renfermaient de nombreuses métrocytes, de grandeur diverse, possédant toujours un riche peloton de gros filaments nucléiniens FIG. 654, 655; 661 à 663. Elles subissent la segmentation binaire cinétique (1). Nous avons constatés les mêmes particularités dans toutes les espèces citées plus haut. Selon toute apparence, la première étape est donc identique chez les carides à celle des autres décapodes.

### Deuxième étape.

#### I. Changement de forme de la cellule spermatique.

La comparaison des FIG. 656 et 660 rend compte de cette modification. Elle nous apprend : 1° que la cellule spermatique passe d'une forme plus ou moins sphérique à une forme aplatie; on trouve facilement des stades intermédiaires à ces deux figures; 2° que sur l'une des faces d'aplatissement il apparaît un appendice effilé.

Cet appendice est un prolongement du cytoplasme. Nous avons observé de nombreux stades de son développement chez le *Crangon* et la *Lysmata*. La FIG. 664 nous en montre le début : ce n'est encore qu'une simple protubérance. Ce tubercule, pour devenir l'aiguillon du spermatozoïde adulte, devra s'allonger, s'effiler et subir des modifications internes, FIG. 657, 665, 666 et 667. Les FIG. 657, 665 et 667 représentent des stades ultérieurs de son développement; il s'y montre encore comme un véritable pseudopode amiboïde, ayant la structure interne du protoplasme ordinaire. Il ne prendra que plus tard, en s'achevant, l'aspect brillant et homogène, la rigidité et l'élasticité qu'il possède à la maturité.

La FIG. 667 indique une marche un peu différente dans le développement de l'aiguillon. Le tubercule qui en représente le premier rudiment a déjà pris l'aspect brillant et la rigidité dont nous venons de parler. On voit souvent des aiguillons semblables portés par des cellules encore peu différenciées. Cependant la longueur moyenne de cet aiguillon dépasse de beaucoup celle qu'il atteint dans la figure indiquée; il peut donc

(1) Voir J. B. CARNOY : *La Cytodièrese*, p. 309 et suivantes.

subir un accroissement considérable après avoir acquis une forme fixe et une certaine rigidité. Ce fait n'est pas surprenant; on connaît en cytologie bien des faits du même genre, démontrant que des productions plasmatiques devenues rigides et élastiques, peuvent encore subir un accroissement considérable et des changements de forme.

La queue des spermatozoïdes filamenteux s'accroît encore longtemps après avoir pris la forme d'un filament cristallin, phénomène qui est surtout accentué dans les grands spermatozoïdes de certains insectes et des chilopodes. La même remarque est à faire au sujet de la tigelle interne des autres décapodes. Enfin, nous avons déjà signalé chez divers décapodes, et surtout chez l'*Ethusa mascarone*, la rigidité apparente que présentent les prolongements radiés dès le début.

## II. Modifications internes.

### A. Noyau.

Le noyau, comme la cellule entière, s'aplatit. C'est surtout chez les *Lysmata* que ce changement de forme est prononcé. En outre il subit les modifications internes habituelles : l'élément nucléinien d'abord filamenteux, FIG. 656, se fragmente, puis se dissout dans le plasma du noyau qui subit à ce moment une dilatation notable, FIG. 664 et 670. Cette dissolution, comme nous l'avons déjà fait remarquer, se produit en des instants variables de l'évolution de la cellule; elle est fort en retard dans la FIG. 670, où la différenciation du cytoplasme est presque achevée. Pendant longtemps on observe encore dans le liquide coloré du noyau traité par le vert de méthyle, des bâtonnets et granules plus foncés, restes du filament nucléinien. Plus tard, ces débris disparaissent eux-mêmes, et le noyau, rétracté et aplati, présente un aspect homogène.

Comme dans bien d'autres groupes, nous avons observé que, vers la maturité, le noyau des spermatozoïdes perd la propriété de se teindre intensément par le vert de méthyle; chez la *Lysmata* ils demeurent très pâles.

### B. Protoplasme.

Nous n'avons point tous nos apaisements au sujet des modifications que présente le protoplasme. Voici les faits que nous avons constatés.

1<sup>o</sup> Une volumineuse vacuole se voit souvent sous le noyau, FIG. 664, 668 et 669. Selon toute apparence, elle prend naissance dans le protoplasme, comme chez les autres décapodes. C'est du moins ce qu'indiquent les FIG. 664 et 669. Cependant nos observations sur ce point ne nous satisfont pas complètement; nous avons eu sous les yeux trop peu de stades semblables à la FIG. 696. Le stade de la FIG. 668 est au contraire très fréquent; malheureusement, à lui seul il ne permet pas de décider avec certitude si la vacuole naît dans le protoplasme ou si elle dérive du noyau. GROBBEN croit que la vacuole des carides apparaît dans le noyau, comme chez les squilles. Nous inclinons vers l'opinion contraire, mais ce point réclame de nouvelles investigations.

Quoi qu'il en soit, cette vacuole n'a qu'une existence éphémère; elle ne tarde pas à se résorber ou à crever, et il n'en reste pas de trace dans le spermatozoïde mûr. Après sa disparition FIG. 659 et 671, comme avant sa formation FIG. 657 et 666, on trouve sous le noyau un bourrelet de cytoplasme.

2<sup>o</sup> De même que dans les autres groupes, le protoplasme de la cellule spermatique devient hyalin et se réduit beaucoup.

Chez le *Crangon* il n'en reste, sur la face inférieure du noyau, qu'un disque mince et, sur l'autre face, une pellicule plus mince encore, au centre de laquelle s'élève l'aiguillon, FIG. 659. Chez la *Lysmata* le disque inférieur débordé le noyau sur tout son pourtour, FIG. 672; en outre la membrane qui recouvre la face supérieure du noyau est souvent plus épaisse que chez le *Crangon*, et porte de fines stries rayonnant à partir du point d'insertion de l'aiguillon.

### Troisième étape.

Le spermatozoïde des carides a la forme d'un disque un peu bombé, portant au centre de sa face convexe un aiguillon plus ou moins long et effilé.

Le disque contient le noyau, entouré des restes concrétés du cytoplasme. Ce disque correspond donc au corps du spermatozoïde de l'*Astacus*, qui renferme aussi le noyau et porte la coupe ou la vésicule.

L'aiguillon, à la maturité, présente dans son axe un espace vide limité par une épaisse membrane. A ce moment, il est le plus souvent rectiligne; pendant sa formation il présente ordinairement une incurvation plus ou moins marquée.

Les carides ne produisent pas de spermatophores.

## REMARQUES.

HERRMANN regarde la pointe acérée des spermatozoïdes des *Crangon* comme une formation analogue à la tigelle des autres décapodes. Nous ne pouvons partager son opinion. La tigelle, avons-nous vu, apparaît à l'intérieur d'une cavité vacuolaire; le dard au contraire se développe à la surface de la cellule. La tigelle fait défaut chez les carides, où, du reste, la vacuole disparaît sans laisser de traces. De plus, c'est au pôle opposé, au pôle antivésiculaire, que se forme le dard; dès lors, bien que la tigelle présente un mode identique d'accroissement, on ne peut accorder la même signification morphologiques à ces deux productions.

C'est dans les prolongements radiés des autres décapodes que l'aiguillon des carides trouve ses homologues. Au lieu de plusieurs prolongements, insérés sur une bandelette hyaline ceignant le noyau, le spermatozoïde de ces crustacés n'en porte qu'un seul, très volumineux, et inséré au pôle inférieur ou antivésiculaire. Aussi est-ce à dessein que nous avons figuré ces spermatozoïdes dans la position des FIG. 657 et 658, 664 à 666 et 668 à 672 : orientés de cette façon, la pointe en bas, ils affectent la même position que nous avons donnée dans nos planches à tous les autres spermatozoïdes des décapodes.

GROBBEN fait au sujet de l'aiguillon un rapprochement plus exact que HERRMANN : il le compare à la queue des spermatozoïdes ordinaires et il fait remarquer que le spermatozoïde des *Carides* se rapproche des spermatozoïdes filiformes.

## C. Stomatopodes.

## Première étape.

L'évolution des cellules-mères, à en juger par les faits que nous possédons, est identique chez les stomatopodes et chez les décapodes. Après la description que nous en avons faite chez ces derniers, il nous sera donc permis d'être fort bref dans ce chapitre

Ainsi que le figure GROBBEN, le testicule tubulaire des squilles contient un plasmodium périphérique, ou blastème de remplacement, identique à celui des décapodes. Cependant sur les préparations que nous possédons, et qui ont été faites en juin, il est moins abondant que chez ces derniers; on y voit seulement quelques noyaux à nucléine fragmentée, entre les métrocytes formées et la membrane propre du tube, et des traces de protoplasme



interposé. Nous n'avons pas suivi la formation des métrocytes aux dépens du plasmodium, les matériaux nous ayant fait défaut à l'époque où ce phénomène doit se produire.

Jusqu'ici nous n'avons constaté ni dans les métrocytes ni dans le plasmodium la sténose nucléaire. Cependant l'analogie nous porte à croire que ce phénomène se produit au début de la fragmentation du plasmodium. Quoi qu'il en soit, toutes les métrocytes individualisés que nous avons eues sous les yeux contenaient un filament nucléinien pelotonné. Des trois cellules représentées FIG. 673, l'une contient un filament très long, grêle et pelotonné; la seconde en possède un moins long, mais plus gros et par suite moins chiffonné; ce stade est sans doute le premier phénomène avant-coureur de la cinèse. La troisième cellule ne contient dans son noyau que de courts bâtonnets nucléiniens dérivant de la scission du précédent filament : c'est le début de la cinèse. Ce dernier phénomène se produit en effet très activement chez les squilles; J. B. CARNOY en a décrit toutes les phases dans son mémoire sur la *Cytodiérèse* (1).

Pendant la période de prolifération active des métrocytes, la segmentation binaire cinétique est sans aucun doute le seul mode de division chez les squilles.

Comme partout, les cellules spermatiques sont les plus petits éléments du testicule.

Notons encore une particularité déjà signalée dans les groupes précédents, l'inachèvement de la dernière segmentation binaire. La FIG. 685 en est un exemple. Elle montre une métrocyte contenant deux noyaux dans la structure desquels on constate déjà les modifications qui, normalement, se produisent dans la cellule spermatique; la plasmodiérèse est en retard sur la différenciation du spermatozoïde.

#### Deuxième étape.

La FIG. 676, nous l'avons dit, est une cellule spermatique jeune et non différenciée; rien dans sa structure n'annonce encore sa métamorphose.

Les FIG. 677 à 683 représentent au contraire quelques stades de l'évolution de cette cellule spermatique; nous les avons toujours rencontrés en grand nombre dans toutes les préparations du contenu testiculaire (2).

---

(1) L. c. pages 307 et suivantes.

(2) Ces observations ont été faites d'avril à juillet à la station zoologique de Naples.

Si l'on compare la cellule spermatique jeune FIG. 676, au spermatozoïde achevée, FIG. 683, on ne remarque entre ces deux éléments aucune différence de forme extérieure, aussi nous passerons immédiatement à l'examen des différenciations internes.

*A. Phénomènes qui ont pour siège le noyau.*

La première modification qui se manifeste dans la structure du noyau consiste dans l'apparition d'une vacuole interne, semblable à celle dont nous avons signalé la présence, dans certains cas, chez les locustiens, PL. VI, FIG. 178. L'existence d'une ou de plusieurs vacuoles dans le noyau est une particularité bien connue des cytologistes (1). Elle s'observe surtout dans les noyaux riches en caryoplasma. Mais ces vacuoles, en général, n'ont ni signification ni destination spéciales; leur formation dans la plupart des cellules est accidentelle. Au contraire, celle qui se forme dans le noyau de la cellule spermatique des squilles joue un rôle très important pendant la formation du spermatozoïde; elle se produit dans toutes les cellules, sans exception; elle n'a donc rien de commun avec les vacuoles que l'action de l'eau ou d'autres influences hydratantes peuvent faire naître artificiellement dans les noyaux. Son importance est égale à celle de la vacuole qui, chez les décapodes, apparaît dans le cytoplasme.

À ses débuts, la vacuole est fort petite; mais elle s'accroît beaucoup dans la suite. La FIG. 677 la représente à un stade moyen de son développement. Comme on le voit, elle est toujours appliquée par un point à la membrane nucléaire, et elle refoule vers le pôle opposé la masse pelotonnée du filament nucléinien. Petit à petit de nouvelles quantités d'eau s'y introduisent et la dilatent considérablement; aussi le noyau lui-même augmente-t-il beaucoup de volume, FIG. 677 à 680.

En même temps le contenu solide du noyau subit des modifications. Dès le début, la masse nucléinienne, refoulée vers un pôle, revêt la forme d'une calotte coiffant la vacuole. Bientôt l'élément nucléinien se fusionne et devient homogène, FIG. 679. La masse homogène et cupuliforme s'amincit tout d'abord et se creuse, à mesure que la vacuole se développe. Mais, à un moment donné, il se produit en son centre un mamelon qui devient de plus en plus saillant, FIG. 680 à 682, et bientôt la cupule se transforme en un bouton proéminent dans la cavité du noyau, c'est-à-dire dans la cavité vacuolaire.

(1) Voir J. B. CARNOY. *Biologie cellulaire*. P. 246.

La FIG. 683 reproduit la forme que présente la masse nucléinienne à la maturité du spermatozoïde.

On remarque dans les FIG. 680 à 682 quelques lambeaux de protoplasme à l'intérieur de la cavité vacuolaire, ils appartiennent évidemment au caryoplasma, puisque la vacuole s'est formée dans le corps du noyau. Ce caryoplasma devient parfois assez abondant, vers la fin de la période des différenciations; c'est ainsi que, dans les FIG. 681 et 682, il constitue des cordons assez robustes qui se rattachent à la masse nucléinienne.

*B. Phénomènes qui ont pour siège le protoplasme.*

Le noyau de la cellule spermatique, nous venons de le dire, se dilate énormément, et cependant, chose étrange, la cellule elle-même ne s'accroît pas ou presque pas : c'est à peine si l'on peut constater une légère différence de volume entre la cellule spermatique jeune et le spermatozoïde. Ce fait trouve son explication dans la disparition progressive du cytoplasme; à mesure que le noyau se dilate, le cytoplasme disparaît; ces deux phénomènes sont connexes. Dans la FIG. 678 le cytoplasme est déjà très réduit, et dans la FIG. 679 il ne constitue plus qu'une mince enveloppe entourant le noyau, sauf en un point où celui-ci est en contact immédiat avec la membrane cellulaire. Enfin dans la FIG. 680 tout le cytoplasme a disparu; la membrane du noyau s'est appliquée exactement sur la membrane de la cellule et s'est fusionnée intimement avec elle.

Rappelons que nous avons signalé chez beaucoup d'animaux, entre autres chez le *Decticus verrucivorus*, les deux particularités de la résorption du cytoplasme et de la fusion des membranes nucléaire et cellulaire. Nous avons décrit également des phénomènes semblables chez les décapodes; la vacuole et le noyau s'y soudent aussi avec la membrane cellulaire, mais n'oublions pas que, chez ces crustacés, la vacuole naît au sein du cytoplasme et non dans le noyau.

Tels sont les phénomènes de la deuxième étape chez la squille; ils sont à la fois simples et intéressants.

REMARQUES.

1. Le gonflement énorme que subit le noyau et qui joue un rôle si important dans la formation du spermatozoïde doit être rapporté à l'osmose, tout aussi bien que le développement de la vacuole cytoplasmique des décapodes.

2. La disparition graduelle du cytoplasme granuleux, pendant la différenciation du spermatozoïde; n'est pas un fait nouveau; nous l'avons signalé dans tous les groupes, et surtout chez les décapodes. Mais ce qui donne à ce fait plus d'intérêt chez la squille, c'est le développement concomitant du noyau qui finit par envahir tout le cytoplasme. En effet, chez les autres animaux, le noyau, loin de se dilater, se contracte d'ordinaire, et se réduit aux faibles dimensions de la masse nucléinienne concrétée qu'il contient.

3. GROBBEN est, pensons-nous, le seul auteur qui ait étudié la spermatogénèse des squilles. Comme nous l'avons vu (voir l'historique des décapodes), il a bien observé la formation d'un espace vacuolaire dans le noyau, et le refoulement de la substance solide du noyau à l'un des pôles. Mais les changements de formes de cette masse solide qui, pour nous, est l'élément nucléinien ne sont pas exactement décrits dans son travail. Cette masse ne devient jamais sphérique, comme le dit GROBBEN, elle reste plutôt hémisphérique. De plus, elle n'occupe à aucun moment le centre de la vésicule; elle demeure toujours accolée à la membrane. Enfin, elle ne sort pas du noyau, et la portion restante de celui-ci ne se résorbe pas; au contraire, cette portion se consolide et se dilate au point d'absorber tout le reste de la cellule spermatique.

#### Troisième étape.

Le spermatozoïde des squilles a la forme d'une vésicule parfaitement sphérique, limitée par une membrane assez épaisse. Cette vésicule contient un liquide hyalin, où l'on voit parfois des lambeaux de protoplasme, FIG. 686. On y remarque un bouton de substance nucléinienne, fixé à la membrane. Ce bouton est la seule partie du spermatozoïde qui se colore par le vert de méthyle. Vu de face, c'est-à-dire par le point où il est fixé à la membrane, il présente une forme régulièrement circulaire, FIG. 684; sur les vues de profil, il proémine dans la cavité de la vésicule.

En général, il est formé d'une substance homogène. Il arrive cependant qu'il contient une petite vacuole. Cette particularité, d'habitude assez rare, était commune dans un individu que nous avons examiné dans un état de putréfaction très avancée, FIG. 687, mais dont les cellules testiculaires ne paraissaient pas altérées.

Remarquons encore que la cellule spermatique des squilles ne subit pas la réduction de volume qui s'observe généralement pendant la différen-



tiation. Elle s'accroît plutôt, mais ici, comme chez certains décapodes, cet accroissement est dû à la distension des parois, par l'accumulation d'un liquide vacuolaire. En réalité, sa portion protoplasmatique solide se réduit beaucoup, comme partout, en se transformant en substance hyaline.

Telle est la structure des spermatozoïdes les plus avancés, c'est-à-dire de ceux qui remplissent la cavité des canaux déférents et des deux pénis jusqu'à leur extrémité. C'est du pénis même que proviennent les trois spermatozoïdes des FIG. 682 à 684. Il est évident, d'après cela, que si ces cellules doivent encore subir des modifications, ce ne peut être que dans la femelle.

Dans le canal déférent, les spermatozoïdes sont enrobés par une substance albuminoïde hyaline, qui est d'abord liquide et visqueuse, mais qui se concrète et devient presque solide dans la portion inférieure du tube et dans les pénis. On peut alors extraire tout le contenu de cette portion sous la forme d'un cordon blanc assez résistant. Ce cordon n'étant qu'un coagulum de plasma spermatique, divisible, ne mérite pas le nom de spermatophore.

#### D. Schizopodes.

FREY et LEUCKART (1) ont étudié la formation des spermatozoïdes des *Mysis*; voici le résumé de leurs observations. Les cellules séminales primitives sont des vésicules arrondies, possédant un noyau. On voit naître à leur surface une petite éminence qui s'allonge en un tube cylindrique. Le noyau pendant ce temps ne donne pas signe de vie; on le retrouve intact pendant longtemps dans la cellule séminale qui reste encore adhérente au cylindre. Plus tard, le noyau se détruit. A ce moment, il ne reste plus de la cellule primitive que le long tube. Ce tube serait l'homologue des cellules radiées des décapodes, et c'est à son intérieur que les vrais spermatozoïdes vont se former. Il faut noter que FREY et LEUCKART partent de cette idée préconçue, admise par plusieurs auteurs, que les cellules radiées ne sont pas les spermatozoïdes des décapodes, mais représentent seulement le dernier stade de leur développement chez le mâle. C'est ce qui les porte à assimiler les tubes des *Mysis* à ces cellules radiées. Les spermatozoïdes, d'après ces deux savants, se dessinent longitudinalement dans l'axe de ces tubes. Plus tard, en s'allongeant, ils perforent sa paroi à l'une des extrémités, et se

---

(1) FREY et LEUCKART. — TODD's Cyclopædia. Art. *Semen*.

projettent en partie au dehors. Chaque tube forme le plus souvent un seul spermatozoïde; parfois, mais rarement, trois ou quatre.

P. J. VAN BENEDEN (1), dans son mémoire sur les crustacés des côtes de Belgique, dit un mot en passant de la spermatogénèse des *Mysis*, et figure quelques stades de l'allongement des cellules testiculaires. Comme FREY et LEUCKART, le savant professeur de Louvain admet que les spermatozoïdes naissent dans l'intérieur de ces cellules.

Les observations que nous avons pu faire dans ce groupe ont porté sur une seule espèce de *Mysis*, celle qui pullule dans l'aquarium de la station zoologique de Naples.

#### Première étape.

Les données que nous avons acquises jusqu'ici ne nous permettent pas de nous représenter d'une manière complète la marche de la première étape.

La dissociation des acinis testiculaires nous a mis sous les yeux des métrocytes de grandeur diverse, se multipliant activement par segmentation binaire cinétique, FIG. 688 à 690. Nous n'avons point observé de cellules multinucléées; il est donc probable que la division endogène ne se produit pas chez ces animaux. Nous n'avons pu nous assurer de l'existence d'un plasmodium de remplacement, analogue à celui des groupes voisins, les décapodes et les édriophthalmes.

#### Deuxième étape.

##### *I. Changements de forme de la cellule spermatique.*

Les modifications de la cellule spermatique présentent les mêmes caractères que chez les insectes; elles consistent dans un étirement, unipolaire au début, parfois faiblement bipolaire à la fin, qui a pour effet de transformer la cellule spermatique en un long tube. Ce tube, pendant qu'il s'allonge, est rarement de calibre égal sur toute sa longueur; il porte ordinairement de nombreux renflements qui lui donnent un aspect variqueux. Les FIG. 694 à 697 représentent quelques stades de son développement. La dernière ne reproduit qu'un tronçon de tube destiné à donner une idée des varicosités,

(1) *Recherches sur la faune littorale de Belgique*. Mémoires de l'Académie de Belgique. T. XXXIII, p. 51.

mais celles-ci sont très souvent plus développées et plus nombreuses. Plus tard, les renflements disparaissent et le tube s'uniformise; le spermatozoïde revêt ainsi la forme d'un filament régulier. L'allongement débute parfois par la formation d'un prolongement court et mince à la surface de la cellule; d'autres fois, comme c'est le cas dans nos figures, la cellule tout entière s'allonge en gardant partout le même diamètre. On le voit, le développement de la cellule spermatique des *Mysis* ne présente aucune particularité qui n'ait été décrite maintes fois précédemment et, entre autres, chez le *Lithobius*.

## II. Modifications internes.

### A. Noyau.

Il subit des modifications internes et un changement de forme.

1° Les modifications internes consistent dans la fusion de tout l'élément nucléinien en une seule masse homogène qui se colore assez fortement par le vert de méthyle. On l'aperçoit, FIG. 691 à 696, logée dans une cavité hyaline qui n'est autre que la cavité nucléaire remplie de liquide; le caryoplasma paraît entièrement liquéfié. Ce liquide dans beaucoup de noyaux, reste complètement incolore, d'autres fois il prend une faible coloration.

Nous n'avons point observé la dissolution totale de l'élément nucléinien.

2° Le changement de forme se produit à des instants divers de l'évolution de la cellule spermatique. Tantôt il débute en même temps que l'allongement de la cellule, ou même plus tôt. C'est le cas dans les FIG. 691 et 692; il y devient piriforme comme la cellule elle-même. D'autre fois, il est beaucoup plus tardif; ainsi qu'on l'observe souvent dans les cellules dont l'étirement débute par un prolongement mince. La description de FREY et LEUCKART se rapporte sans doute à cette dernière variété de cellules spermatiques. Ces savants soutiennent que le noyau de la cellule spermatique reste intact dans le corps cellulaire, jusqu'à l'achèvement du tube, puis qu'il se détruit. Cette description est évidemment erronée, nos figures le prouvent; le noyau subit chez les *Mysis* les mêmes modifications que chez les insectes, et il peut même les subir avant l'étirement de la cellule, c'est-à-dire avant la formation du tube dont parlent les auteurs précités.

Quel que soit l'instant où elle se produit, la déformation du noyau est le signe avant-coureur d'une modification plus profonde encore de cet élément : tout en s'allongeant il se dilate. Sa membrane se distend et s'amincit; elle subit en même temps un travail de dissolution, car elle ne tarde pas à disparaître. A partir de ce moment, la masse nucléinienne nage dans une simple lacune du protoplasme, FIG. 694. Cette lacune, par la suite, se réduit peu à peu, en même temps que la cellule s'étire. Aussi, à un moment donné, la membrane cellulaire vient-elle rencontrer la masse nucléinienne, FIG. 695 et 696. Elle l'enserme petit à petit et finit par lui constituer une gaine exactement appliquée à sa surface. A cette phase, le noyau transformé constitue la partie terminale du filament spermatique; parfois cependant il porte en avant un court appendice protoplasmatique. Le spermatozoïde ressemble alors assez bien à celui du *Gammarus pulex*, FIG. 355. Mais telle n'est pas la forme définitive du noyau : la masse nucléinienne, seul reste du noyau, s'étire à son tour en un long cordon semblable au flagellum des oniscides, FIG. 697, *b*.

### *B. Protoplasme.*

Un filament axial se développe dans la cellule spermatique des *Mysis*. Il est très gros, FIG. 697, *a*, et se pelotonne ordinairement dans les renflements; ce fait indique que sa croissance est plus rapide que l'allongement de la cellule. Si l'on sectionne une cellule spermatique en cet état, le filament axial en sort d'une certaine longueur; ce phénomène se produit, comme chez le *Lithobius*, jusque vers la maturité du spermatozoïde.

A mesure que le spermatozoïde s'achève, le protoplasme granuleux disparaît, le tube devient hyalin, rigide et élastique.

### Troisième étape.

Le spermatozoïde mûr a la même forme que celui des oniscides : c'est-à-dire celle d'un fouet. Le noyau allongé en représente la corde; le reste de la cellule, transformé en un long filament élastique, en constitue le manche ou la hampe.

Mais il est un détail qui sépare nettement les spermatozoïdes des *Mysis* de ceux des oniscides : les premiers sont isolés, tandis que les seconds sont réunis en faisceaux rigides. Chez les *Mysis*, les filaments spermatiques constituent, il est vrai, de volumineux faisceaux enroulés en spirale;



mais ces amas, très peu cohérents, se dissocient au moindre choc et ne méritent nullement l'appellation de spermatophores. Nous ignorons par quel mécanisme se fait l'enroulement et l'union éphémère de ces spermatozoïdes.

#### REMARQUES.

Comme on a pu le remarquer, nos résultats diffèrent en plus d'un point de ceux de FREY et LEUCKART et de P. J. VAN BENEDEN.

1° Le noyau ne se détruit pas, il persiste et constitue le flagellum du spermatozoïde; l'action du vert de méthyle met très facilement en évidence ce fait qui a échappé à FREY et LEUCKART;

2° Les tubes, dont ces auteurs décrivent la formation aux dépens des cellules séminales, ne sont autre chose que les spermatozoïdes eux-mêmes; chaque tube est un spermatozoïde. Il est donc inexact de soutenir que les spermatozoïdes vrais s'organisent seulement à l'intérieur de ces tubes. Est-ce peut-être le filament axial, dont ils ne font pas mention, qui serait pour eux le « vrai spermatozoïde » ? Cette supposition n'est pas invraisemblable, car FREY et LEUCKART déclarent que le plus souvent chaque tube n'engendre qu'un seul spermatozoïde.

Toutefois leur méprise peut être due à une autre cause. A en juger par leurs figures, la portion qu'ils indiquent comme les restes de la cellule séminale, éventrée par les spermatozoïdes qui en sortent à demi-dégagés, pourrait bien représenter l'ensemble de tous les flagellums nucléiniens d'un faisceau. En effet ces flagellums sont très souvent englués par une substance visqueuse; ils forment alors une seule masse compacte. La forme de cette masse rappelle assez bien celle que présentent les prétendus restes de la cellule-mère dans une des figures de FREY et LEUCKART (1). Mais alors les cellules fusiformes devraient engendrer, non pas « trois ou quatre filaments », mais une cinquantaine environ, car les faisceaux en question en renferment au moins autant.

La forme spiralée et la dimension considérable que P. J. VAN BENEDEN attribue à ses fuseaux est plus en rapport avec cette seconde explication.

3° FREY et LEUCKART considèrent les fuseaux des *Mysis* comme les homologues des cellules radiées des décapodes. Cette homologie n'est pas douteuse et, sur ce point, nous sommes d'accord avec ces deux observateurs.

---

(1) FREY et LEUCKART, Loc. cit.

Mais notre opinion est basée sur des motifs tout différents. Pour FREY et LEUCKART, ils sont homologues, parce que ni l'une ni l'autre de ces productions n'a la valeur d'un spermatozoïde; elles doivent l'une et l'autre engendrer ultérieurement les vrais spermatozoïdes; pour nous, au contraire, la « cellule rayonnée » des décapodes et la cellule spermatique cylindrique des *Mysis* sont homologues, parce que toutes deux constituent les vrais spermatozoïdes.

#### E. Cirripèdes.

Les spermatozoïdes de ce groupe sont filamenteux. Toute l'histoire de leur genèse diffère notablement de celle que nous venons d'esquisser chez les décapodes et les stomatopodes.

Nous avons étudié les quatre espèces suivantes :

*Lepas anatifera.*

*Lepas pectinata.*

*Balanus ovularis.*

*Balanus perforatus.*

Nos figures ont trait au *Lepas anatifera* et au *Balanus perforatus*.

*Lepas anatifera.*

#### Première étape.

L'évolution des cellules-mères nous est incomplètement connue chez cet animal, assez rare sur nos côtes. La segmentation binaire cinétique s'y produit; mais nous ne pouvons affirmer que ce mode de multiplication soit seul mis en œuvre parmi ses métrocytes, comme chez les décapodes.

En effet l'on distingue dans les quelques préparations dissociées que nous possédons de nombreuses cellules multinucléées, contenant de deux à huit noyaux. Les FIG. 699, 700, 706 et 707 en fournissent des exemples. Comme dans toutes les cellules multinucléées véritables, on constate que les noyaux sont d'autant plus petits qu'ils sont plus nombreux.

La présence de ces éléments pourrait être en rapport avec le processus de la formation endogène; chez les insectes que nous connaissons mieux, nous n'eussions point hésité à y voir un indice certain de ce mode de division. Mais nous avons des raisons de nous défier de cette conclusion analogique.

D'abord nous n'avons pas observé de colonies endogènes, nous n'avons pas même saisi d'indices de la plasmodiérèse dans les cellules multinucléées des *Lepas*. Ensuite, et c'est là notre motif principal, on rencontre fréquemment des cellules-mères qui engendrent plusieurs spermatozoïdes, sans subir de plasmodiérèse préalable. C'est ce qu'indiquent les FIG. 707 et 708, qui rappellent un phénomène dont nous avons signalé la production assez fréquente, quoique anormale, chez les insectes.

Les cellules multinucléées pourraient donc bien marquer la dernière phase de la première étape, et nullement l'évolution endogénique des métrocytes.

Nous présumons cependant, à en juger par le volume des noyaux, qu'une ou plusieurs générations endogènes précèdent la naissance des cellules spermatiques; mais, en l'absence de faits positifs, nous ne pouvons nous prononcer catégoriquement sur ce point.

Ces données sur la première étape seraient complétées très facilement à l'aide de quelques coupes.

#### Deuxième étape.

##### *I. Changement de forme de la cellule spermatique.*

Dans beaucoup de cas, ce changement ne présente rien de remarquable; comme chez les insectes, la petite cellule spermatique uninucléée subit un simple étirement, unipolaire au début, et se transforme en un très mince filament.

Mais, nous l'avons déjà dit, les cellules-mères engendrent fréquemment, chez l'anatife, plusieurs spermatozoïdes sans subir de plasmodiérèse. La FIG. 708 le prouve : on y voit huit spermatozoïdes se développant à l'intérieur d'une métrocyte. Comme chez les insectes, nous rencontrons ici un véritable mode de formation endogène des spermatozoïdes; l'individualisation de la cellule spermatozoïde n'y précède pas la différenciation du protoplasme; elle n'en est que la conséquence. Aussi, n'y a-t-il pas lieu, dans ce cas, d'étudier le changement de forme de la cellule-spermatozoïde; celle-ci n'est complètement individualisée dans sa cellule-mère qu'au moment où elle est près de revêtir sa forme définitive et de devenir un spermatozoïde mûr.

## II. *Modifications internes.*

### A. *Noyau.*

Nous n'avons noté aucune particularité nouvelle pendant la métamorphose du noyau.

Tous les noyaux en différenciation que nous avons eus sous les yeux présentaient le phénomène de la dissolution de l'élément nucléinien, et non sa fusion ou son accollement en une masse solide. C'est donc le noyau tout entier qui se déforme : de sphérique qu'il était, FIG. 707, il devient fusiforme, FIG. 705 et 708, puis il s'étire en un mince bâtonnet. Ainsi qu'on l'observe ordinairement dans les cas où il y a dissolution de la nucléine, il paraît perdre en volume pendant sa maturation.

### B. *Protoplasme.*

Lorsque la cellule spermatique est uninucléée, il arrive que le filament axial se montre assez tard dans le cytoplasme, FIG. 704 et 705. D'autres fois, sa formation est plus précoce; elle peut même précéder le changement de forme de la cellule. On trouve alors ce filament enroulé à l'intérieur de la cellule spermatique encore sphéroïdale et creusée de vacuoles.

Dans l'autre cas, celui de la naissance simultanée de plusieurs spermatozoïdes dans une seule cellule, il est évident que le fil axial se découpe dans le protoplasme commun. La membrane de la cellule-mère ne participe pas à la formation des spermatozoïdes; elle est abandonnée ou, peut-être, partiellement résorbée par eux. La queue dérive alors uniquement du filament axial.

#### REMARQUES.

1° La formation du spermatozoïde tout entier à l'intérieur d'une cellule dont la membrane reste inutilisée est une particularité que nous avons signalée à différentes reprises chez les insectes, FIG. 68 et 69; 156 à 158; 166 à 168; 180, 181, 190 et 220. Ce fait constitue un véritable phénomène de formation endogène. Que la cellule-mère soit uninucléée, ou multinucléée, il importe peu; la cellule-spermatozoïde prend également naissance à l'intérieur d'une autre cellule, et n'en renferme pas toute la substance.

2° La formation endogène des spermatozoïdes rend parfaitement compte de l'opinion que KÖLLIKER soutenait en 1856 contre HENLE, à



savoir : que le spermatozoïde se forme à l'intérieur d'une cellule, aux dépens du noyau qui, s'étirant par l'un de ses pôles, se transforme en un filament pelotonné. La fréquence de ce mode de genèse chez plusieurs animaux, les oiseaux et certains mammifères par exemple, explique facilement cette opinion du savant professeur de WURZBOURG. Restreinte à certains cas particuliers, sa manière de voir n'était pas éloignée de la vérité; la formation de la queue aux dépens du noyau est la seule inexactitude qu'elle contienne. Mais élevée au rang de conception synthétique, de loi générale de la spermatogénèse, elle n'est évidemment pas admissible. En effet il est tout à fait certain que, dans l'immense majorité des cas, le spermatozoïde représente la cellule spermatique tout entière, modifiée seulement dans sa forme et sa structure intérieure.

#### Troisième étape.

Le sperme des *Lepas* est un liquide très visqueux, épais, enrobant une masse compacte de spermatozoïdes enchevêtrés. Il n'y a pas de spermatophores.

#### *Balanus perforatus.*

#### Première étape.

Nous avons recueilli chez les balanides les mêmes données que chez les lepadides, durant cette étape; nous pouvons nous contenter de renvoyer le lecteur aux FIG. 709 à 712.

#### Deuxième étape.

Elle est à peu près identique à celle que nous venons de décrire chez le *Lepas*. La formation endogène et simultanée de plusieurs spermatozoïdes dans une cellule-mère s'y observe également et s'exécute de la même manière; nous avons jugé inutile d'en reproduire le dessin. Nos figures se rapportent au mode ordinaire, celui dans lequel le spermatozoïde dérive de la simple métamorphose d'une cellule spermatique uninucléée; on y voit celle-ci subir son allongement unipolaire habituel. La FIG. 712 nous apprend que la dissolution de la nucléine se produit dans le noyau spermatique des balanes; le contenu du noyau devient homogène et prend une coloration uniforme.

Les figures suivantes, FIG. 713 à 717, montrent le noyau dans un état tout différent : l'élément nucléinien n'y est plus répandu également dans toute sa cavité; il s'est concrété en une masse, de forme assez variable et séparée de la membrane nucléaire par un espace vacuolaire hyalin.

Ces apparences sont susceptibles de deux interprétations. La masse nucléinienne pourrait être le produit de la fusion ou de l'accolement des bâtonnets, phénomène que nous connaissons. Mais elle pourrait être également le résultat d'une concrétion secondaire de l'élément nucléinien, préalablement dissout, comme dans la FIG. 712; de cette concrétion résulterait la formation de la vacuole interne de ces noyaux.

L'inclusion partielle de cette vacuole dans la masse chromatique et son faible développement dans la FIG. 715 s'accordent bien avec cette dernière hypothèse.

Nous possédons du reste des exemples évidents d'une concrétion secondaire de l'élément nucléinien; nous aurons plus tard l'occasion de les mettre sous les yeux du lecteur.

La vacuole du noyau n'occupe pas toujours la même position par rapport à l'axe d'allongement de la cellule; d'où résulte la variété des images que présente ultérieurement la partie renflée de la cellule, FIG. 718 à 721. Si la vacuole se produit à l'extrémité supérieure du noyau, FIG. 713 et 714, on la retrouvera tout à fait à l'extrémité antérieure du spermatozoïde, position qu'elle occupe très souvent chez beaucoup d'animaux, FIG. 719. Si elle occupe une position latérale, FIG. 715 et 716, elle donnera lieu plus tard à des images semblables aux FIG. 720 et 721; elle n'est plus alors en avant, mais sur les côtés du bâtonnet qui, à ce stade, représente l'élément nucléinien.

On trouve parfois cette vacuole au centre même du noyau FIG. 717; dans ce cas, l'élément nucléinien ne constitue qu'un anneau, à peu près comme chez le *Phalangium longipes* FIG. 298. Cet anneau devra s'ouvrir et donner lieu à diverses formes de l'élément nucléinien, en particulier à la forme de la FIG. 718, dans laquelle la vacuole occupe une position intermédiaire à celle des FIG. 713 et 716.

La différenciation de la cellule spermatique présente encore bien d'autres variétés de détail que nous passerons sous silence, parce que nous avons eu l'occasion de les étudier ailleurs.

#### Troisième étape.

Même remarque que pour le *Lepas anatifera*.

## I.

## Myriapodes.

## Chilognathes.

Comme nous l'avons dit dans la première partie de ce travail, les spermatozoïdes globuleux de beaucoup de chilognathes offrent plus de ressemblance avec ceux des crustacés qu'avec ceux des chilopodes.

Tels sont ceux des genres *Glomeris*, *Julus* et *Polydesmus*, que nous avons eu l'occasion d'étudier. Fait assez étrange! le genre *Blaniulus* si voisin du genre *Julus* par les caractères extérieurs, s'en distingue par quelques différences dans la structure du testicule, et surtout par la forme filamenteuse des spermatozoïdes.

Tous les éléments testiculaires, et l'organe lui-même, sont d'une extrême petitesse dans cette sous-classe; c'est assez dire que leur genèse et leur évolution sont difficiles à suivre. A notre connaissance, aucun observateur n'a décrit la spermatogénèse des chilognathes. FABRE signale la ressemblance de leurs spermatozoïdes avec ceux des crustacés décapodes, et nous apprend que dans les genres *Polyxenus* et *Craspedosoma* ils sont au contraire filiformes. Il les a vus dans le mâle et dans la femelle; dans le premier, ajoute-t-il, ils étaient parfois contenu dans une vésicule; c'est la seule indication qu'il nous donne concernant leur formation.

*Glomeris marginata.*

## Première étape.

Les FIG. 748 à 752 ont rapport à cette étape, qui ne comprend que les phénomènes fort simples de la segmentation binaire.

Notre point de départ ne sera pas la métrocyte primordiale; l'étude de l'embryon eût seule pu nous en faire connaître l'origine et la première évolution. Nous partirons des métrocytes qui remplissent les acinis testiculaires de l'adulte.

La FIG. 748 représente la coupe transversale, à peu près équatoriale, d'un de ces acinis. Une épaisse couche de métrocytes en tapisse la paroi propre; la lumière est remplie de cellules spermatiques en évolution.

Le volume des métrocytes décroît de la périphérie au centre; on peut en conclure que la cytodierèse est plus active dans les couches internes que

dans les couches périphériques. D'ailleurs, les métrocytes en division, FIG. 751 et 752, se rencontrent surtout dans les premières; nous n'en avons jamais observé dans les couches les plus externes. Aussi ne pourrions-nous dire si la segmentation binaire y est invariablement cinétique, ou si la caryosténose y précède la caryocinèse comme chez les crustacés. L'apparence fragmentée de l'élément nucléinien de ces cellules, FIG. 749, rend pourtant l'existence de ce dernier fait assez vraisemblable.

Quoi qu'il en soit, l'élément nucléinien des métrocytes reprend la forme filamenteuse à un moment donné, et la cinèse s'y produit, FIG. 751 et 752. La plasmodiérèse y suit de près la division nucléaire; jamais on ne trouve de cellules multinucléées.

En dissociant les acinis on obtient assez souvent des amas de quatre cellules, groupées régulièrement comme celles de la FIG. 752. Ce sont évidemment des cellules issues d'une même métrocyte et qui ont conservé une certaine adhérence. Certains groupes cuboïdes de huit cellules indiquent que les plans de division sont parfois orientés suivant le rythme typique de la plasmodiérèse de l'œuf, fait qui du reste se produit souvent dans les amas méristématiques des cellules testiculaires, chez les crustacés, par exemple, mais dans ces derniers la mobilité de tout l'organe et l'entassement des cellules le rendent à la fois plus rare et plus difficile à constater.

### Deuxième étape.

#### *I. Changement de forme de la cellule spermatique.*

On peut suivre dans les FIG. 753 à 758 quelques phases de ce phénomène, d'ailleurs peu compliqué : de globuleuse qu'elle était, la cellule spermatique devient ovoïde, puis s'aplatit un peu et prend la forme régulière d'une navicelle.

#### *II. Modifications internes.*

##### *A. Noyau.*

Le noyau subit d'abord des changements de forme identiques à ceux que présente en même temps la cellule, FIG. 754 et 755. Puis, à un moment donné, sa membrane se dissout et son contenu se mêle au cytoplasme; on trouve alors des fragments nucléiniens dispersés dans toute la cellule. Ces bâtonnets, en tout temps, présentent peu d'affinité pour le vert



de méthyle; mais plus tard, après la dissolution de la membrane nucléaire, cette affinité diminue encore. Il est assez difficile à ce moment de distinguer les corpuscules nucléiniens au milieu des granules du cytoplasme.

### B. *Protoplasme.*

Il ne présente que des modifications d'aspect : d'abord légèrement granuleux, il devient hyalin et presque homogène; aussi les fragments nucléiniens y sont-ils assez distincts, quoique peu colorés.

#### Troisième étape.

Les spermatozoïdes les plus achevés que l'on rencontre dans le canal déférent de la *Glomeris* revêtent la forme de la FIG. 758. Ils ressemblent étonnamment à des psorospermies naviculaires. Dans tous ceux que nous avons observés minutieusement, les fragments nucléiniens existaient encore et se trouvaient tantôt dispersés dans toute la cellule, tantôt encore groupés près du centre.

Il n'y a pas de spermatophores.

### *Polydesmus complanatus.*

#### Première étape.

Elle paraît identique à celle des *Glomeris*. La segmentation binaire cinétique s'y produit; mais la sténose s'y montre aussi parmi les plus grandes métrocytes, la FIG. 760 en offre un bel exemple.

#### Deuxième étape.

Les cellules spermatiques et les spermatozoïdes du *Polydesmus* sont d'une petitesse extrême, les FIG. 763 à 768, dessinées sous un grossissement plus fort que celui dont nous avons fait usage habituellement (1/12,5), permettront au lecteur d'en juger; aussi, les modifications de la cellule y sont-elles difficiles à suivre. Le seul stade que nous ayons rencontré est celui de la FIG. 764 : le noyau a pris la forme d'une lentille biconvexe, présentant un espace central vide. En réalité il est formé de deux cupules de substance nucléinienne, accolées par leurs bords. Cette forme du noyau nous la retrouvons à la maturité du spermatozoïde; mais alors tout le cytoplasme a disparu et le spermatozoïde paraît être un noyau

libre. Nous n'hésitons pas cependant à lui attribuer la valeur d'une cellule; la résorption totale du protoplasme n'est sans doute qu'apparente, comme chez la squille. Il est d'ailleurs peu abondant aux stades précédents, et l'on conçoit que la condensation qui se produit ordinairement dans la cellule spermatique, vers la fin de son évolution, le réduise à une membrane trop mince et trop hyaline pour être encore discernable à la surface du noyau coloré.

#### Troisième étape.

Le spermatozoïde à maturité revêt la forme d'une lentille biconvexe, ayant le centre vide. Ce vide représente la cavité nucléaire; l'élément nucléinien fusionné est divisé, chez le *Polydesmus*, en deux masses cupuliformes. Il arrive assez fréquemment que ces deux cupules se séparent, FIG. 767; dans ce cas, on peut souvent constater la présence d'un très léger rebord achromatique s'élevant du pourtour de la cupule. Nous nous sommes demandé si ce clivage est normal ou accidentel; mais jusqu'ici nous n'avons pu résoudre cette question d'une manière certaine. Cependant le sperme du canal déférent lui-même ne contenait, dans tous les individus que nous ayons fouillés, qu'un petit nombre de cupules séparées; la lentille biconvexe intacte serait donc la forme adulte parfaite. Si le clivage était normal, il constituerait un mode tout particulier de diérèse nucléaire et cytoplasmatique.

Les spermatozoïdes des *Polydesmus* sont les plus petits que nous connaissions chez les arthropodes, il en est sans doute peu qui soient plus petits dans tout l'empire organique. La FIG. 766 représente la section optique de l'un d'eux, dessinée sous le grossissement considérable de  $1/12,5$ , à la chambre claire la hauteur de la table du microscope. La FIG. 768 reproduit la même cellule en relief, dessinée avec le même système grossissant, mais au niveau du pied du microscope (Stativ IV Zeiss).

#### *Iulides.*

La première étape ne présente aucune particularité remarquable chez les *Iulus*; elle ne diffère pas de celle des *Glomeris*. L'étude de la deuxième étape y présente des difficultés aussi grandes. Nous avons recueilli quelques faits chez deux espèces que nous n'avons pu déterminer avec certitude, ainsi que chez le *Iulus sabulosus*.

*Iulus, première espèce (noire).*

La FIG. 769 est une cellule spermatique de cette espèce. Son noyau, aplati, a pris l'aspect homogène habituel provenant de la dissolution de la nucléine.

Les figures 770 à 772 reproduisent des spermatozoïdes arrivés à maturité. La FIG. 770 est une vue de face, et la FIG. 771 une section optique. Ces deux figures rendent compte de la structure du spermatozoïde. Il se compose d'un disque nucléinien solide supportant une vésicule hyaline, hémisphérique, analogue à la vésicule des décapodes. Sur son pourtour, le disque nucléinien donne insertion à deux rebords achromatiques circulaires et superposés. La FIG. 772 reproduit un spermatozoïde renversé, c'est-à-dire vu par sa face inférieure, qui est concave.

*Iulus, deuxième espèce (bistre).*

Les spermatozoïdes de cette espèce sont un peu plus grands, la FIG. 773 en représente une coupe optique verticale. Ces éléments se groupent souvent d'une manière particulière; ils forment des amas discoïdes de grandeur très variable, analogues aux empilements des globules du sang. La FIG. 774 est la reproduction d'un de ces amas, légèrement écrasé par le couvre-objets; la pression lui a donné une forme régulièrement circulaire. Mais à l'état naturel les rebords qui regardent le centre arrivent presque à se toucher; le groupe ne constitue donc pas un disque parfait, mais bien un segment de spirale.

*Iulus sabulosus.*

Dans cette espèce, la vésicule qui donne au spermatozoïde la forme d'un chapeau comme dans les espèces précédentes, contient une tigelle hyaline, FIG. 775, analogue à celle des décapodes. Ce détail nous autorise encore davantage à rapprocher les spermatozoïdes des iules de ceux des crustacés de ce groupe. Comme dans la FIG. 505 du *Pagurus*, par exemple, cette tigelle touche la paroi supérieure de la vésicule.

Vu de face, ce spermatozoïde ne diffère de ceux des précédentes espèces que par la présence d'un nodule central, représentant la section optique de la tigelle, FIG. 776.

*Blaniulus guttulatus.*

Le testicule présente des acinis latéraux, comme chez les *Glomeris*, et contrairement à ce qu'on observe chez les iules. La FIG. 777 montre la

coupe d'un de ces acinis. A l'époque où il nous fut loisible d'entreprendre l'étude de *Blaniulus*, le testicule ne contenait plus que des filaments spermatiques à maturité. Les cellules qui tapissent la membrane propre de l'acini représenté sont probablement des cellules-mères. D'autres acinis contenaient, outre la couche de cellules épithéliales, quelques cellules libres de même dimension, mêlées à d'autres plus petites et éparses dans la cavité. Selon toute apparence, la première étape ne présente que la répétition des phénomènes signalés dans les genres *Glomeris* et *Polydesmus*. Les spermatozoïdes, à l'époque où nous les avons étudiés, ne prenaient aucune coloration par le vert de méthyle; nous avons signalé le même fait à la maturité des spermatozoïdes chez les insectes. Ces éléments sont d'ailleurs très gros et raides, FIG. 778; sous l'action des liquides étrangers ils s'enroulent deux ou trois fois sur eux-mêmes.

### Chilopodes (suite).

Ce n'est pas sans regret que nous nous sommes vu obligé de publier, dans la première partie de ce travail, le chapitre des *Chilopodes*, sans avoir pu examiner aucun représentant de l'importante famille des *Scolopendrides*. Mais l'emploi des matériaux frais, auquel nous nous sommes astreint dans nos recherches, exige la possession de nombreux individus vivants; condition qu'il est assez difficile de réaliser en Belgique pour cette famille.

Un séjour forcé à Capri nous a permis de combler cette lacune; nous avons pu y étudier à loisir la *Scolopendra dalmatica* qui pullule dans cette île. Les résultats de nos observations nous ont paru intéressants; ils sont nouveaux, car personne jusqu'ici n'a rien publié sur la spermatogénèse de ce groupe.

Nous avons employé dans ces recherches les méthodes qui ont été exposées p. 122 et suivantes.

#### *Scolopendra dalmatica*.

##### Première étape.

Le contenu des multiples utricules testiculaires de cette espèce est constitué comme celui du cæcum unique du *Lithobius*. Pendant la période de repos de l'organe, il se compose de grandes métrocytes munies de prolongements parfois très développés. Ces éléments, entassés sans aucun ordre, remplissent complètement la lumière du tube. Aussi bien que chez le *Lithobius*, les coupes microtomiques sont ici de peu d'utilité; la dissociation du



contenu, exprimé avec les précautions indiquées p. 40 (première partie), et la fixation par l'acide osmique ou la vapeur d'alcool sulfureux, constituent pour cet objet le procédé de préparation à la fois le plus simple et le meilleur. L'opacité de ces métrocytes indique de préférence l'emploi de l'alcool sulfureux et d'une solution conservatrice glycinée.

Le volume des cellules, à cette époque, est très variable; la plupart sont énormes; c'est ainsi que, malgré ses dimensions déjà considérables, la cellule représentée FIG. 779 n'atteint guère que le volume moyen de ces éléments; il en est qui la dépassent d'un bon tiers. Par leur forme irrégulière et par leurs prolongements elles rappellent les métrocytes du *Lithobius*, mais, sous d'autres rapports, elles en diffèrent notablement. Leur protoplasme présente un aspect différent; il est beaucoup plus solidement réticulé, plus granuleux et souvent muni des corpuscules albuminoïdes assez gros. Mais c'est leur noyau surtout qui possède une structure tout autre que celui du *Lithobius* (1). Chez ce dernier, on se le rappelle, tout l'élément nucléinien, très peu abondant, est rassemblé dans un nucléole-noyau, espèce de noyau en miniature, contenu dans le caryoplasma très riche du noyau proprement dit.

Chez la scolopendre, ce qui frappe d'abord c'est la richesse de l'élément nucléinien. Ensuite, comme le montre la FIG. 779, les corps nucléiniens ne sont plus localisés dans un nucléole-noyau; ils sont répandus dans toute la cavité nucléaire. Nous disons les corps nucléiniens: en effet, dans la plupart des cellules examinées pendant la période de repos, l'élément nucléinien est divisé en fragments analogues à ceux de l'*Astacus*, mais toujours plus allongés. Ils se colorent avec beaucoup d'intensité. Un nucléole plasmatique existe presque toujours à côté des fragments nucléiniens.

Plus tard survient pour ces cellules une période de multiplication active. A ce moment le filament nucléinien paraît se reconstituer et prend l'aspect de la FIG. 300 de J. B. CARNOY (2). Comme le fait remarquer ce savant, il demeure toujours irrégulier et bosselé. Il ne tarde pas à se fragmenter en bâtonnets caryocinétiques.

La division de ces cellules se fait toujours par segmentation binaire cinétique; nous n'y avons jamais observé de cellules multinucléées ni de sténoses nucléaires. Nous n'avons pas remarqué non plus chez la scolopendre

(1) Pour plus amples détails sur le noyau des lithobies et de la scolopendre, voir J. B. CARNOY: *Biologie*, p. 236 à 238; *Cytodiérèse*, p. 201 à 209, 298.

(2) Voir sur la cinèse des cellules de la scolopendre: J. B. CARNOY. *La Cytodiérèse*, p. 302 à 309.

cette variété dans les détails de la plasmodiérèse qui signale la fin de la première étape chez le *Lithobius*; la dernière segmentation donne toujours naissance à des cellules spermatiques présentant une forme globulense normale, et l'élongation de ces cellules ne s'indique pas avant l'achèvement de cette division. Cependant nous y avons vu des chaînes de cellules spermatiques encore faiblement adhérentes; la FIG. 780 représente une de ces chaînes, encore persistante après les débuts du phénomène de l'élongation cellulaire et de la métamorphose du noyau.

Les cellules spermatiques présentent assez uniformément le volume des FIG. 780 à 784, c'est-à-dire un volume relativement considérable; leur protoplasme est moins granuleux et plus finement réticulé que celui des grandes métrocytes. Nous ignorons ce qui se passe dans le noyau de ces cellules aussitôt après la caryocinèse. Le filament nucléinien se reconstitue-t-il? Nous l'ignorons, et J. B. CARNOY ne tranche pas cette question difficile. Quoi qu'il en soit, quelque temps après la dernière cinèse, les noyaux spermatiques se dilatent un peu; dès lors l'élément nucléinien, moins resserré, devient plus distinct et se montre sous la forme de fragments semblables à ceux des métrocytes, FIG. 781. Plus tard, tous ces fragments irréguliers quittent complètement le centre du noyau et se disposent contre sa membrane. Si l'on met au foyer du microscope la surface du noyau, on obtient alors l'aspect de la FIG. 782. Si au contraire on l'examine en coupe optique, on a sous les yeux l'image de la FIG. 783 : le centre ne contient que du caryoplasma et des vacuoles; à la périphérie, contre la membrane, se voient les sections des fragments nucléiniens. On remarquera que ces fragments ne sont pas homogènes; ils possèdent évidemment une structure interne que nous n'avons pu résoudre; la même remarque a déjà été faite à propos des crustacés. Ces divers détails se constatent aisément sur les coupes microtomiques; ils se retrouvent dans beaucoup de métrocytes, aussi bien que dans les cellules spermatiques jeunes.

### *I. Changement de forme de la cellule spermatique.*

#### *Deuxième étape.*

Comme chez le *Lithobius*, la cellule spermatique subit un étirement, unipolaire au début, qui la transforme en un long filament. Au cours de ce phénomène, elle présente souvent un aspect variqueux très irrégulier, FIG. 780, 791 et 795; d'autres fois, elle garde une forme cylindrique régulière.

En tous cas, ces transformations aboutissent toujours à la formation d'un filament spermatique parfaitement régulier et effilé à ses deux extrémités, FIG. 801 et 802.

## II. *Modifications internes.*

### A. *Noyau.*

Le noyau sphéroïdal de la cellule spermatique subit une série de métamorphoses qui le transforment en un corps effilé à l'un des bouts, et tordu en spirale.

La FIG. 785 montre le premier stade de ce changement; le noyau s'est allongé un peu et a pris la forme ellipsoïdale.

Cette modification s'est produite aussi dans la FIG. 786; mais l'évolution du noyau y a fait un pas de plus; une facette plane s'accuse à l'un des pôles. Cette facette nous permet d'orienter notre noyau d'une manière déterminée; le pôle portant la facette est toujours le pôle postérieur, la série des FIG. 786 à 799 le prouve. Aussitôt après l'apparition de la facette, qui est d'ailleurs précoce, l'allongement du noyau prend un caractère unipolaire FIG. 786 et suivantes.

Les mêmes figures permettent de faire une autre remarque; elles montrent en effet que l'allongement du noyau marche en sens inverse de celui de la cellule. Dans le noyau, c'est l'extrémité antérieure amincie qui s'écarte du niveau occupé par le plan de la facette; dans la cellule, c'est l'extrémité postérieure ou caudale qui s'éloigne surtout de ce même plan.

Après avoir pris la forme cylindro-conique, FIG. 791, le noyau passe à celle d'une tige dont l'extrémité postérieure demeure toujours nettement coupée par la facette, et dont l'extrémité antérieure, d'abord mousse FIG. 786 et suivantes, s'effile et devient très aiguë FIG. 793 à 799. L'allongement se poursuivant, le noyau atteint sa longueur définitive, indiquée par la lettre *t* dans la FIG. 801. Mais là ne se borne pas le changement du noyau. Déjà même avant le stade de la FIG. 798, un autre phénomène se décèle : la torsion du noyau sur son axe. C'est bien, en effet, à un mouvement semblable qu'il faut recourir pour expliquer les divers aspects représentés dans les FIG. 797 à 801. A en juger par ces images, la spirale qui forme la tête du spermatozoïde n'est pas une spirale d'enroulement, mais une spirale de torsion axiale.

Signalons encore deux détails ayant trait aux changements morphologiques du noyau. D'abord la formation casuelle d'un léger rebord circulaire à son extrémité antérieure; ce détail n'a jamais qu'une existence passagère,

FIG. 792; ensuite l'apparition d'un rebord analogue, mais plus élevé et ayant la forme d'une collerette, à l'extrémité postérieure, c'est-à-dire autour de la facette plane. Ce dernier anneau est plus fréquent que le premier, et a aussi une existence plus longue; il finit également par disparaître.

Passons à l'étude des modifications internes du noyau.

Revenons d'abord au noyau de la cellule spermatique jeune que nous avons décrit et représenté dans les FIG. 780 à 783. Les fragments nucléiniens si développés qu'il contient, à ce stade, sont destinés à s'effacer comme c'est la règle la plus générale dans les spermatozoïdes; ils semblent se dissoudre dans le caryoplasma liquéfié. On les voit d'abord se gonfler beaucoup, tout en gardant leur forme irrégulière; ce stade se rencontre fréquemment, nous ne l'avons pas figuré. D'autres fois, tout en se gonflant, ils se transforment en corpuscules arrondis, FIG. 783.

Dans les deux cas, le liquide qui remplit la cavité nucléaire commence à se colorer sous l'influence du vert de méthyle, et la teinte qu'il prend se fonce à mesure que les fragments nucléiniens disparaissent. On distingue encore ces derniers pendant longtemps, malgré la coloration du liquide nucléaire, et souvent on remarque qu'ils prennent la forme de filaments grêles et chiffonnés, ainsi que l'indiquent les FIG. 784, 785 et 786. On se demande si les corps irréguliers des cellules jeunes, FIG. 781, ne contiennent pas, dès le principe, un filament grêle ramassé en peloton serré. Cette hypothèse expliquerait facilement leur structure hétérogène, dont il a été fait mention plus haut, p. 210.

Mais tôt ou tard ces corps s'évanouissent; pendant un certain temps le contenu du noyau demeure encore granuleux, mais bientôt il devient parfaitement homogène et hyalin.

Souvent on observe pendant la dissolution de la nucléine un fait assez singulier : nous faisons allusion à la formation d'un amas de substance chromatique au fond du noyau, contre la facette postérieure; il est représenté en noir dans les FIG. 786, 787, 788, 791 et 794. On croirait qu'il se produit dans ces noyaux une reprécipitation de l'élément nucléinien. Cet amas se montre parfois avant la disparition des fragments primitifs, FIG. 786.

Un autre détail, très fréquent dans le noyau spermatique de la scolopendre, consiste dans l'apparition d'une ou de plusieurs vacuoles. Ce phénomène se produit ordinairement vers la fin de la dissolution des corps chromatiques, tantôt plus tôt, tantôt plus tard. Dans certains cas il n'apparaît qu'une seule vacuole, d'autres fois il s'en forme quatre ou cinq. Le lieu de



leur formation est variable aussi, les FIG. 788 à 790, 792 à 796 le prouvent. Le plus souvent il s'en développe une au sommet du noyau; en tout cas, c'est en ce point que, tôt ou tard, toutes doivent se rencontrer et se fusionner. La production de ces vacuoles semble être le résultat d'une rétraction de la partie nucléinienne du contenu nucléaire ou, si l'on veut, de la séparation d'une certaine quantité de liquide aqueux. Cette rétraction est surtout sensible lorsqu'elle se fait régulièrement, c'est-à-dire quand une seule vacuole se développe au pôle antérieur du noyau, comme c'est le cas dans les FIG. 790 et 793 à 796.

Bien que très fréquente, cette particularité n'est cependant pas générale; plus d'un noyau atteint sa forme définitive sans avoir présenté de vacuole. L'élimination de l'eau qui s'amasse dans les vacuoles a peut-être pour résultat de régler soit le volume du noyau ou tête du spermatozoïde, soit la concentration du liquide nucléinien visqueux que cette partie contient.

Rappelons-nous que, chez certains animaux, l'on observe indifféremment d'un noyau à l'autre soit la fusion de l'élément nucléinien en une masse solide, soit sa dissolution dans toute la cavité nucléaire comme chez la scolopendre. Dans le premier cas, il se produit simultanément un vide entre la membrane du noyau et la masse nucléinienne qui est loin d'en occuper toute la cavité. Dans le second cas, ainsi que nous l'avons vu chez les insectes, et surtout chez le *Gammarus pulex*, le noyau subit d'ordinaire une réduction de volume. Le noyau, ou la tête du spermatozoïde, est moins volumineux que le noyau de la cellule spermatique. Chez la scolopendre cette réduction s'effectue à l'aide des vacuoles. Celles-ci en effet disparaissent toujours avant l'achèvement de la tête. La torsion du noyau qui survient paraît hâter leur résorption.

Ces faits tendent à faire admettre que la vacuole dont nous avons fait l'étude chez les orthoptères dérive aussi du noyau: on se rappelle que nous — avons laissé indécise la question de son origine. Mais cette remarque ne peut nullement donner la certitude sur ce point, car, même chez la scolopendre, il pourrait se faire qu'une vacuole cytoplasmique, située, comme c'est le cas dans une des cellules de la FIG. 793, à l'extrémité antérieure du filament, se trouve plus tard accolée au noyau et présente ainsi la même disposition que si elle dérivait de ce dernier. Ce cas semble même réalisé dans la cellule spermatique que nous représentons FIG. 796. On y voyait le noyau en forme d'obus surmonté de deux vacuoles superposées; l'une inférieure était certainement interne et dérivait du noyau; l'autre, supérieure, dérivait du protoplasme;

tout en faisant corps avec le noyau, elle était séparée de la première par une solide cloison hyaline et semblable à la membrane nucléaire.

### B. *Protoplasme.*

La transformation du protoplasme en une substance hyaline élastique et la formation d'un filament axial sont des phénomènes qui se retrouvent dans l'évolution de la cellule spermatique chez un grand nombre d'animaux; dans la scolopendre, comme dans la lithobie, il faut y ajouter l'apparition d'une spirale pariétale extrêmement fine. Les premiers vestiges du filament axial apparaissent à des époques indéterminées et variables. Il présente cette particularité chez la *Scolopendra dalmatica* de s'accroître avec rapidité et, par suite, de s'enrouler un grand nombre de fois dans l'intérieur de la cellule, FIG. 791 et 795. On en reconnaît aisément la portion antérieure, plus épaisse, qui se rattache au noyau; la partie restante, plus grêle, forme un nombre variable d'anses s'enroulant capricieusement autour de la portion antérieure et même parfois autour du noyau. Comme chez la lithobie et le géophile, il se forme ordinairement des espaces vacuolaires dans le cytoplasme pendant la formation du filament; les renflements et les vides disparaissent plus tard en s'égalisant et, en même temps, le fil axial se déroule. Au lieu d'un écheveau tel que celui des FIG. 791 et 795, on ne trouve plus que quelques boucles dans les restes des renflements, FIG. 797; ces boucles elles-mêmes ne tardent pas à s'effacer, et le filament se rectifie sur toute sa longueur, FIG. 801.

La spirale apparaît très tard, elle est d'une finesse extraordinaire, FIG. 802, et par conséquent fort difficile à distinguer. Sa formation présente les mêmes particularités que chez le *Lithobius*.

### Troisième étape.

La FIG. 802 représente l'extrémité antérieure d'un spermatozoïde à maturité; comme on le voit, la présence d'un noyau, ou tête, spiralé et très volumineux le différencie des spermatozoïdes du *Lithobius*.

On trouve les spermatozoïdes contenus dans des spermatophores vésiculeux, qui s'organisent dans la partie inférieure du canal déférent.

Les deux FIG. 803 et 804 sont des coupes optiques d'un de ces spermatophores, observé dans deux positions différentes. Elles rendent compte de la

forme de ces sacs, en même temps que de la structure de leurs parois. Ils se composent de deux parties : l'une inférieure, conique, à paroi relativement mince; l'autre supérieure, allongée dans un sens, de manière à dépasser en avant et en arrière, mais non sur les côtés, le diamètre du cône inférieur; en outre, sa paroi est épaisse et présente des stries radiales.

Mesurés dans le sens de la FIG. 803, ces spermatophores ont de 1 à 1 1/2 millimètres. Les deux FIG. 803 et 804 ont été prises à la chambre claire avec l'oculaire 1 et l'objectif *A* (ZEISS), la lentille inférieure de ce dernier étant enlevée.

La structure de la paroi de ces capsules est remarquable. Ce n'est pas sans surprise qu'en examinant cette enveloppe avec le faible système amplifiant *D* (ZEISS), on lui reconnaît la structure typique des membranes cellulaires. La FIG. 805 *a, b, c*, reproduit cette membrane, prise à différents niveaux. En *a*, nous avons représenté la surface de la partie renflée du spermatophore. Les points dont est parsemée cette surface correspondent aux stries radiales de la membrane, indiquées dans la FIG. 803.

Si l'on fait descendre l'objectif, on obtient l'aspect représenté en *b*, c'est-à-dire celui d'un réticulum extrêmement grossier, portant des épaississements aux points d'entrecroisement de ses trabécules. Ce réticulum tapisse la face interne de la membrane à stries radiales.

Plus bas enfin, en *c*, on a sous les yeux, du côté interne, la masse de spermatozoïdes enroulés en paquets spiralés; nous en avons fait abstraction dans notre dessin. Du côté externe, on remarque la coupe optique de la membrane; on y voit les longues et régulières trabécules radiales qui lui donnent son aspect strié. Ces trabécules parallèles s'élèvent de chaque point d'entrecroisement du réticulum qui tapisse la face interne de la membrane, et dont la coupe optique est visible aussi en *c*.

Ce sont bien là, mais portés à des proportions colossales, les détails que l'on observe sur beaucoup de membranes cellulaires, entre autres sur celles d'un grand nombre d'œufs et des cellules épithéliales de l'intestin des oniscides. (1)

Le temps nous a fait défaut pour élucider complètement la genèse de ces curieux spermatophores. Nous croyons cependant avoir reconnu un fait important : la formation de ces corps n'est pas un phénomène de différenciation directe du protoplasme. En effet, nous avons trouvé dans la

---

(1) Voir J. B. CARNOY. *Biologie cellulaire*, p. 199 et suivantes.

partie inférieure renflée du canal déférent, des paquets massifs, formés d'un grand nombre de faisceaux de spermatozoïdes ayant à peu près les mêmes dimensions que les capsules et plongés dans un plasma granuleux. Or ce plasma renfermait, un peu plus bas, cinq ou six spermatophores achevés. Ces observations nous autorisent à rapprocher les spermatophores de la *Scolopendra dalmatica* de ceux des crustacés décapodes, et à considérer leur formation comme un phénomène du même ordre.

---



## EXPLICATION DES PLANCHES

### PLANCHE IX. (Isopodes : Fig. 357 à 381.)

Grossissements : FIG. 357 et 359 : *Obj.* D, *Oc.* 1.

FIG. 358, 360 à 367, 369, 370 à 375 : *Obj.* 1/12, *Oc.* 4.

FIG. 379 à 381 : *Obj.* 1/12, *Oc.* 1.

#### *Asellus aquaticus.*

FIG. 357. Testicule entier, traité par la vapeur d'alcool sulfureux et monté dans la solution glycérinée. Les dernières fournées de spermatozoïdes ont quitté les trois cœcums; on en voit encore plusieurs tout au bas. Il ne demeure dans les cœcums que les restes désorganisés des cellules pariétales.

FIG. 358. Un des ilots de protoplasme de la figure précédente, entourant un noyau et destiné à reconstituer bientôt une cellule normale.

FIG. 359. Testicule traité comme le premier. Les cellules pariétales reconstituées forment un épithélium assez régulier. Cet épithélium est interrompu à la base du deuxième cœcum, et un peu plus haut dans le premier, par un groupe de cellules plus petites, dont le noyau contient un filament nucléinien. Ce groupe constitue la plage de prolifération, lieu d'origine du méristème spermatique; elle doit s'étendre encore un peu plus vers le bas, surtout dans les cœcums supérieur et inférieur.

FIG. 360. Une des cellules pariétales reconstituées; son noyau, comme ceux des figures 357 et 358, contient l'élément nucléinien apparemment à l'état fragmenté.

FIG. 361. Noyau touché par l'aiguille; ce choc lui a donné une forme allongée et a fait apparaître un faisceau de filaments coloré par le vert de méthyle.

FIG. 362. Petites métrocytes à nucléine fragmentée, provenant de la portion inférieure du cumulus, qui est redevenue quiescente. Les noyaux contiennent un petit nucléole plasmatique.

FIG. 363 à 367. Métrocytes de la plage de prolifération dont le noyau présente divers degrés de la reconstitution des filaments nucléiniens.

FIG. 368. Cœcum légèrement écrasé : toute la partie gauche et la moitié supérieure de la partie droite sont tapissées de grandes cellules pariétales qui n'entre-ront pas en division. La moitié inférieure de la partie droite représente la plage de prolifération. Les petites cellules qui la tapissent dérivent des grandes cellules qui, précédemment, occupaient cette plage comme tout le reste du tube. Le cumulus des métrocytes prolifératives n'est pas très riche. Sa moitié inférieure contient des cellules qui, à en juger par l'apparence fragmentée de leur élément nucléinien, sont

retournées pour quelque temps à l'état quiescent; sa moitié supérieure, à nucléine filamenteuse, produira la prochaine fournée de spermatozoïdes. Cette fournée n'est pas la première, car des spermatozoïdes achevés sortent par l'extrémité rompue du cæcum.

FIG. 369. Groupe de métrocytes prises dans le cæcum de la figure 359, à l'endroit, indiqué par la flèche, où débute la prolifération. Certaines d'entre elles contiennent un filament nucléinien bien reconstitué. Ce fait indique peut-être que les grandes cellules pariétales ont subi la cinèse dès le début de leur entrée en action. Toutefois cette conclusion, basée sur le volume de ces cellules, n'est point rigoureuse; il n'est pas prouvé que ces cellules n'ont pas subi antérieurement la sténose.

FIG. 370. Une des plus petites métrocytes du cumulus.

FIG. 371. Métrocytes de la partie quiescente du cumulus méristématique; leur élément nucléinien repasse à l'état filamenteux. Elles sont tirées du cæcum de la figure 368.

FIG. 372. Métrocytes semblables; forme pelotonnée de l'élément nucléinien.

FIG. 373. Chaîne résultant de l'inachèvement de la plasmodiérèse des dernières métrocytes.

FIG. 374. Noyau d'une cellule marginale des plus volumineuses.

FIG. 375. Cellule marginale.

FIG. 376. Coupe longitudinale de la partie supérieure du cæcum. Les cellules pariétales, en certains endroits, commencent à se fusionner les unes avec les autres. Le noyau de l'une d'elles, à droite, est en sténose; son nucléole se divise aussi en deux moitiés reliées encore par un mince pédicule. Les métrocytes qui remplissent la lumière sont venues de la plage de prolifération située plus bas.

FIG. 377. Coupe transversale d'un cæcum semblable, dont la lumière contient un massif déjà plus compact de métrocytes.

FIG. 378. Coupe transversale passant par la portion supérieure d'un cæcum pendant la période de surcroît d'activité qui précède la fin de la première étape; tous les noyaux sont en cinèse; on y remarquera la disposition parallèle des tronçons nucléiniens.

FIG. 379. Coupe transversale d'un cæcum pendant la période de fusion. Les cellules spermatiques ont perdu la régularité et la netteté de leurs contours; elles se délimitent mal du plasma coagulé qui les sépare. De plus, elles s'unissent entre elles et avec les cellules pariétales fusionnées par des prolongements radiés. A droite de la figure, plusieurs se sont entièrement confondues en une seule masse plasmatique contenant les noyaux.

FIG. 380. Coupé transversale pratiquée dans un cæcum plus avancé. La masse de noyaux et de protoplasme, résultant de la fusion plus ou moins complète des cellules spermatiques, ou des dernières métrocytes, et des cellules pariétales s'est divisée en îlots localisés au-devant de chacun des noyaux pariétaux. A gauche et en haut de cette figure, se voit encore une figure caryocinétique.

FIG. 381. Coupe longitudinale d'un cæcum semblable. Elle montre que les ilots de la figure précédente ne sont pas des colonnes longitudinales, mais des massifs correspondant réellement aux noyaux pariétaux; chaque ilot formera un faisceau de spermatozoïdes.

## PLANCHE X. (Isopodes : Fig. 382 à 407.)

Gr. : FIG. 382 à 384 — 404 à 407 : 1/12, 1.

FIG. 385 à 395 — 397 à 403 : 1/12, 4.

FIG. 396 : A, 1.

### *Asellus aquaticus.*

FIG. 382. Coupe longitudinale d'un cæcum montrant un stade ultérieur de l'évolution des ilots de la figure précédente : les noyaux commencent à s'étirer par un pôle; un filament nucléinien coloré s'en échappe et se continue avec un filament plastinien qui se forme au sein du plasmodium. En outre, du côté de la lumière du tube, la portion de protoplasme qui revient à chaque noyau est à présent bien délimitée, et leur ensemble donne au futur faisceau spermatique l'aspect d'une grappe de raisins.

Du côté de la paroi du cæcum, on voit les faisceaux des filaments plastiniens, ou hampes, s'insinuer, en s'allongeant, entre les noyaux pariétaux et passer ordinairement sous eux.

A la partie supérieure de la figure, quelques cellules pariétales qui n'ont pas pris part à la formation du plasmodium, se voient encore intactes; à la partie inférieure, on distingue la portion du cumulus qui n'a point subi le regain d'activité diérétique, avant-coureur de la fin de la première étape; cette portion produira la fournée suivante de spermatozoïdes.

FIG. 383. Coupe longitudinale; cæcum plus avancé que le précédent. Les noyaux, dont l'élément nucléinien est dissout dans le plasma nucléaire, sont devenus fusiformes; l'appendice achromatique qu'ils supportent est formé par le protoplasme qui, précédemment, les enveloppait. Les hampes sont plus développées. Les particularités des deux extrémités du cæcum sont les mêmes que dans la figure précédente.

FIG. 384. Coupe longitudinale; stade ultérieur. Le noyau est complètement transformé et méconnaissable : il est réduit à un mince filament, fixé à l'extrémité de la hampe et pendant parallèlement à celle-ci. Il ne se distingue des hampes achromatiques que par la coloration que lui communique le vert de méthyle. Il se rattache, vers le bas des faisceaux, aux restes du protoplasme des protubérances qui entourent la portion moyenne des faisceaux.

La partie supérieure ne contient ici qu'une seule cellule pariétale à peu près intacte. La portion inférieure montre le cumulus tout entier, y compris une partie du massif composé de cellules quiescentes.

FIG. 385. Faisceau détaché, grossissement plus fort (1/12, 4). Stade légèrement plus avancé que la figure 383; les rapports de l'appendice du noyau et de la hampe sont mieux indiqués.

FIG. 386. Faisceau analogue; noyau étiré en un mince filament; stade un peu plus avancé que celui de la figure 384.

Un noyau pariétal entraîné dans la dissociation lui est resté adhérent et figure le noyau femelle des insectes.

FIG. 387 et 388. Noyaux spermatiques en différenciation. Contrairement à ce qui se passe dans les figures 383 et 394, l'élément nucléinien fusionné, et non dissout, constitue une masse solide ayant plus ou moins la forme d'un croissant; dans la figure 388 il présente déjà une protubérance, premier indice de l'étirement. Le reste de la cavité nucléaire, vide de nucléine, ne contient qu'un liquide incolore. Le noyau, dans ces figures comme dans les figures suivantes jusqu'à la figure 393, est notablement dilaté.

FIG. 389 et 390. Noyaux semblables aux précédents, mais qui n'ont pas été séparés de leur protoplasme du côté extérieur. Celui-ci se présente comme un appendice faisant suite au noyau. L'appendice en massue (voir figures 335 et 336) sera constitué à la fois par ce protoplasme et par les restes achromatiques du noyau.

FIG. 391. Exemple de flagellum dépourvu, à ce stade, d'appendice achromatique; tout le protoplasme s'est concentré au-dessus du noyau qui constituera la portion terminale du flagellum. L'appendice en massue, apparemment, dérivera en grande partie du caryoplasma.

FIG. 392 et 393. Stades ultérieurs de l'étirement de l'élément nucléinien.

FIG. 394. Spermatozoïde isolé; stade de la figure 385.

FIG. 395. Spermatozoïde isolé; stade de la figure 386. Il ne diffère de l'adulte que par l'état de l'appendice achromatique du flagellum, qui présente encore la structure du protoplasme ordinaire.

### *Porcellio dilatatus.*

FIG. 396. Testicule entier; coupe microtomique longitudinale, intéressant les trois cæcums et le canal extérieur commun. Le cæcum n° 1, inférieur, contient dans sa moitié supérieure un massif compact de métrocytes. Sa moitié inférieure contient des noyaux allongés, disposés obliquement de haut en bas, et contenus dans une couche de protoplasme indivis. Dans ce plasmodium pariétal, s'engorgent aussi les hampes achromatiques des spermatozoïdes dont les faisceaux proéminent librement dans la lumière du tube; ils sont à peu près au stade de la fig. 383.

Le cæcum n° 2, moyen, présente un stade ultérieur du développement des métrocytes: la cinèse les a envahies et a donné lieu à la formation du massif plus clair, formé de cellules plus petites et d'aspect différent. Au sommet du cæcum, persiste une réserve de métrocytes semblables à celles du cæcum inférieur. Sa moitié inférieure, contre le plasmodium pariétal, contient des faisceaux de spermatozoïdes presque achevés, mais occupant encore leur place contre la paroi.



Les corps ronds qui sont dessinés dans l'axe de cette portion, malgré l'apparence contraire, ne représentent pas des métrocytes venues d'en haut, mais bien la coupe transversale des noyaux allongés qui sont adossés à la paroi postérieure du cæcum; le graveur a négligé de leur donner l'aspect du contenu nucléaire.

Dans le cæcum n° 3, supérieur, le développement des métrocytes a fait un pas de plus : leur multiplication par segmentation binaire cinétique a progressé et a engendré des cellules moins volumineuses encore que les précédentes. Les plus petites d'entre elles sont descendues, tout en continuant à se diviser dans la moitié inférieure et se sont disposées contre les couches de plasmodium avec lequel elles doivent entrer en rapport intime. Les faisceaux de spermatozoïdes qui remplissaient cette région ont été évacués. La partie supérieure contient toujours une réserve de métrocytes, *rm*.

Le réservoir commun, ou canal déférent, dans lequel débouchent les cæcums, est tapissé par les grandes cellules figurées précédemment FIG. 312, et remplies de faisceaux spermatiques. L'extrémité supérieure des cæcums porte un appendice de forme irrégulière qui paraît n'avoir aucun rapport avec l'intérieur du tube.

FIG. 397. Métrocyte du groupe *rm* de la figure 396; élément nucléinien fragmenté.

FIG. 398. Métrocyte semblable; noyau en sténose.

FIG. 399. Métrocyte de cæcum n° 1 de la figure 396, vers le début de la cinèse; le filament nucléinien est reconstitué.

FIG. 400. Une des plus petites métrocytes en cinèse.

FIG. 401. Petite métrocyte du cæcum n° 3, qui semble retournée à l'état quiescent; fragmentation de l'élément nucléinien.

FIG. 402 et 403. Noyaux plasmodiques; le premier est en sténose.

FIG. 404. Portion moyenne de la coupe longitudinale d'un cæcum : union de la moitié supérieure et de la moitié inférieure. Stade du cæcum n° 1 de la fig. 396. La partie supérieure contient les métrocytes qui produiront les cellules spermatiques de la journée suivante de spermatozoïdes. Quelques-unes ont encore l'élément nucléinien fragmenté. Mais la plupart, dans cette partie inférieure du massif, ont déjà reconstitué leur filament; l'une d'elles est même en cinèse. La moitié inférieure indique les rapports du plasmodium et des noyaux obliques avec des faisceaux de spermatozoïdes parvenus à un stade voisin de celui de la fig. 383 de l'*Asellus*.

FIG. 405. Coupe transversale de la moitié inférieure d'un cæcum, plus avancé que les précédents, dont les noyaux spermatiques avaient déjà pris la forme filamenteuse. La partie centrale de la figure, c'est-à-dire la lumière du tube, est remplie de spermatozoïdes encore inachevés, coupés plus ou moins obliquement; on ne peut y distinguer la section des flagellums nucléaires de celle des hampes. Cette figure est destinée à montrer la disposition du plasmodium périphérique : outre une couche pariétale continue, il présente des crêtes longitudinales fortement saillantes dans le canal. Les noyaux gisent principalement dans ces crêtes. On voit les hampes

achromatiques plongées aussi bien dans les crêtes que dans les portions périphériques du plasmodium.

FIG. 406. Coupe longitudinale; partie supérieure de la moitié plasmodique d'un cæcum vers le stade du cæcum n° 3 de la fig. 396.

On y observe la fusion plus ou moins complète des métrocytes et des cellules spermatiques entre elles et avec le plasmodium. La présence d'un noyau en cinèse, situé à la partie inférieure droite de la figure, montre que les cellules de cette région ne sont pas toutes des cellules spermatiques; les plus petites seules peuvent avoir cette valeur.

FIG. 407. Coupe transversale; stade un peu antérieur à celui de la figure précédente. La fusion des métrocytes ne se produit pas encore. Le plasmodium ne se délimite pas nettement du plasma coagulé qui remplit tous les vides. Dans la partie supérieure droite de cette coupe, se voit un massif de métrocyte bien isolé, compact, semblable à une colonie endogénique. Ce n'est qu'un amas cylindrique de cellules à segmentation binaire, qui sont restées unies pendant leur descente dans la gouttière séparant les crêtes voisines.

**PLANCHE XI. (Isopodes : Fig. 408 à 412. —  
Amphipodes : Fig. 413. — Décapodes : Fig 414 à 450).**

Grossissement : FIG. 408 à 412 ; 419 à 450 :  $1/22$ , 4; FIG. 413 à 418 :  $1/12$ , 1.

*Idotea hectica.*

FIG. 408. Métrocyte. Le noyau contient des tronçons nucléiniens; le filament est en voie de reconstitution.

FIG. 409. Noyau de métrocyte. Stade plus avancé de la reconstitution du filament nucléinien.

FIG. 410. Noyau d'une grande cellule spermatique, contenant un filament nucléinien.

FIG. 411 et 412. Tronçons de cellule spermatique en différenciation; les queues sectionnées se perdent dans le plasmodium. Dans les masses terminales qui représentent les restes du noyau, se voit un filament nucléinien lâchement pelotonné, déjà à demi-engagé dans la queue. Dans la fig. 412 deux filaments sortent de la queue : ce sont les deux branches d'une anse qui s'est trouvée entraînée dans la portion étirée du noyau.

*Gammarus locusta.*

FIG. 413. Coupe transversale du cæcum testiculaire. *rm* : réserve de métrocytes; *mp* : métrocytes en prolifération; *pl* : plasmodium. La lumière du tube est remplie de cellules spermatiques en voie de différenciation.

*Astacus fluviatilis.*

FIG. 414. Coupe d'un acini, pratiquée le 1 juillet. Une assise de volumineuses métrocytes issues du plasmodium en tapisse la paroi; le plasmodium pariétal est peu abondant.

*fl*: cellule dont le noyau contient un filament nucléinien; *fr*: cellule dont l'élément nucléinien est à l'état fragmenté; *pl*: plasmodium.

FIG. 415. Coupe d'un acini, pratiquée le 3 août. Ses nombreuses métrocytes, gisant dans la lumière, sont nées par la segmentation binaire cinétique des grandes métrocytes qui précédemment formaient une seule assise régulière. Quelques-unes d'entre elles sont en cinèse.

*pl*: plasmodium; il est un peu plus abondant que dans la coupe précédente.

FIG. 416. Coupe semblable aux précédentes, pratiquée au commencement de décembre. Cet acini ne contenait plus de métrocytes; sa lumière était remplie de spermatozoïdes mûrs, enrobés dans une masse du même plasma qui remplit le canal déférent et qui, à la fin de la saison, s'élève jusque dans les acinis. Le plasmodium a subi un accroissement considérable; ses noyaux sont beaucoup plus nombreux et plus volumineux que précédemment; plusieurs sont en sténose.

FIG. 417. Coupe faite dans un acini appartenant à un individu sacrifié à la fin de décembre. La lumière ne contient plus que des spermatozoïdes dégénérés et des lambeaux de plasma granuleux. Le plasmodium est plus abondant que précédemment; *st*: noyaux en sténose; *cl*, deux métrocytes qui viennent de se découper dans le plasmodium; *spd*: spermatozoïdes dégénérés.

FIG. 418. Coupe faite le 12 janvier: *cl*, *cl*, deux groupes composés l'un de trois, l'autre de quatre métrocytes qui viennent de s'individualiser au sein du plasmodium.

FIG. 419. Portion de la coupe d'un acini au mois de juillet. Le filament nucléinien est reconstitué; ses anses prennent dans l'une des métrocytes une disposition radiée; *c*: corpuscule albuminoïde, ou Nebenkern.

FIG. 420. Noyau plasmodique; l'élément nucléinien y est fragmenté. Les fragments ne sont pas homogènes; ils possèdent une structure interne vaguement réticulée. Des cordons achromatiques semblent les relier entre eux. Ce noyau est en sténose.

FIG. 421. Noyau semblable au précédent, après l'action de l'acide fluorhydrique gazeux. Les fragments nucléiniens ont pris la forme de vésicules ou de tronçons de filaments grêles. Sténose.

FIG. 422. Noyau sans sténose; même traitement.

FIG. 423. Noyau traité de la même manière; tous les fragments sous l'action de l'acide se sont transformés en vésicules dilatées.

FIG. 424. Noyau semblable au précédent; les vésicules accolées font l'effet d'un réticulum nucléinien.

FIG. 425. Métrocyte en sténose; la caryosténose est terminée, et la plasmodiérèse s'opère. L'acide fluorhydrique a produit sur les deux noyaux à fragments le même effet que sur celui de la fig. 422.

FIG. 426. Métrocyte de première grandeur. Le filament y est en voie de reconstitution.

FIG. 427. Métrocyte semblable; la reconstitution du filament nucléinien est plus avancée.

FIG. 428. Métrocyte. Le filament nucléinien est complètement reformé; c : Nebenkern.

FIG. 429. Cellule spermatique vue de face.

FIG. 430. La même cellule vue de profil; elle montre que le noyau a une forme aplatie, discoïde

FIG. 431. Cellule spermatique; v : vacuole très jeune. A côté de celle-ci, se voit un corpuscule albuminoïde qui est destiné à disparaître

FIG. 432. Stade ultérieur du développement de la vacuole. Le cytoplasme de cette cellule est déjà bien réduit; au sommet de la vacuole on voit encore deux petits amas qui séparent la membrane vacuolaire de la membrane cellulaire.

FIG. 433. Cellule spermatique plus différenciée; tout le cytoplasme qui entourait la vacuole a disparu. Une couche mince entoure encore le noyau; de la portion de cette couche, qui forme le fond de la vésicule, s'élève un bourgeon, la tigelle.

FIG. 434. Stade ultérieur; le noyau est plus profondément modifié que dans les figures précédentes; il a pris un aspect homogène et ne montre plus de fragments nucléiniens. En dessous du noyau se voit une accumulation de substance achromatique; c'est probablement un reste du cytoplasme.

FIG. 435. Stade analogue à la figure 433 pour le développement du noyau. Le vésicule présente une étroite perforation apicale.

FIG. 436. Variété de cellule spermatique où la perforation a été précoce.

FIG. 437. Développement un peu aberrant : la formation de la tigelle est très précoce; elle est déjà bien constituée alors que le reste du cytoplasme commence seulement à se différencier, et que la vacuole n'est qu'aux premiers stades de son développement.

FIG. 438. Stade du noyau analogue à celui de la figure 433. La tigelle est en retard, la perforation apicale a été précoce et s'est fortement élargie. Aussi, la coupe dérivant de la vésicule vacuolaire est-elle demeurée fort basse et largement ouverte.

FIG. 439. Mode particulier et anormal du développement de la cellule spermatique; la vacuole s'est dilatée comme d'habitude, mais ce n'est pas sa membrane achromatique, dérivant du protoplasme, qui a cédé à la pression interne, c'est le noyau; ce dernier s'est aplati et bombé. Un léger nodule se voit à l'endroit où apparaît d'ordinaire la perforation.

FIG. 440. La perforation a été précoce et s'est largement ouverte; le cytoplasme présente une différenciation assez tardive; il en reste sous le noyau une portion assez volumineuse qui paraît destinée à former l'accumulation de substance granuleuse, signalée dans la fig. 334.

FIG. 441. Coupe peu profonde; noyau homogène. contenant un globule



achromatique; celui-ci n'est autre chose que l'accumulation de protoplasme indiquée dans les figures 434 et 440, seulement elle est ici rejetée sur le côté.

FIG. 442. Développement exagéré de la vésicule : le feuillet externe de la membrane s'est dilaté; l'interne s'est perforé, il est visible au pied de la vésicule formée par la dilatation du premier. Le globule achromatique existe au pôle anti-vésiculaire.

FIG. 443. Spermatozoïde mûr ou près de l'être. Vésicule close; globule achromatique; fragments nucléiniens encore visibles dans le noyau, au sein d'un liquide coloré.

FIG. 444. Spermatozoïde mûr, de la forme la plus différenciée et la plus élégante. Le noyau homogène a pris la forme d'un coussinet servant de socle à la vésicule; *v*, vésicule hyaline; *t*, tigelle; *p*, prolongements plasmatiques hyalins se rattachant à la collerette qui ceint le noyau.

FIG. 445. Développement aberrant; métrocyte qui n'a pas subi la plasmodiérèse. Les deux noyaux devenus homogènes prennent la forme incurvée des noyaux des spermatozoïdes; ils emprisonnent entre eux et la membrane un globule de protoplasme. Une seule vésicule s'est formée; elle s'est perforée et largement ouverte.

FIG. 446. Variété de spermatozoïde mûr. Les prolongements sont peu nombreux; *a*, globule achromatique.

FIG. 447. Autre variété : la coupe dérivant de la vésicule est largement ouverte, bien qu'assez profonde.

FIG. 448, Spermatozoïde vu d'en haut. La collerette est très développée.

FIG. 449. Variété de spermatozoïde mûr, ayant présenté un développement analogue à celui de la figure 439 : c'est le noyau qui forme la plus grande partie de la paroi de la vésicule; la vésicule s'est perforée.

FIG. 450. Spermatozoïde analogue au précédent, ayant subi la fixation par l'alcool et l'enrobage par la paraffine. On remarque à l'intérieur de la vésicule une couche brillante enduisant les parois latérales : c'est un simple coagulum. La tigelle est déformée.

## PLANCHE XII. (Décapodes : Fig. 451 à 589.)

Gr. : FIG. 451 à 589, 1/12, 4.

### *Homarus vulgaris.*

FIG. 451 et 452. Exemples de métrocytes de première grandeur.

FIG. 453. Petite métrocyte.

FIG. 454. Cellule spermatique, vacuole dans le cytoplasme, à côté du noyau.

FIG. 455. Stade ultérieur; la vacuole s'est accolée au noyau; celui-ci, devenu homogène, s'est déformé.

FIG. 456 et 457. Stades analogues aux deux précédents; deux vacuoles au lieu d'une seule.

FIG. 458. Stade plus avancé; le cytoplasme a diminué; la membrane de la vacuole ne tardera plus à s'accoler à la membrane cellulaire.

FIG. 459. Le cytoplasme s'est encore réduit; la membrane vacuolaire et la membrane cellulaire sont confondues sur une certaine étendue.

FIG. 460. Stade ultérieur; presque tout le cytoplasme a disparu; la perforation apicale s'est produite.

FIG. 461. Stade ultérieur; la tigelle s'est formée; la vésicule s'est allongée; sa membrane présente un épaissement autour de la perforation apicale.

FIG. 462 et 463. Deux stades de la transformation de la vésicule; les prolongements cytoplasmiques ont apparu.

FIG. 464. Spermatozoïde dessiné en relief; le développement de la tigelle est moins avancé que dans les précédents.

N. B. Toutes les figures précédentes, depuis la figure 455, représentent des cellules spermatiques en coupe optique; il en est de même des figures 465 à 472.

FIG. 465. Une vésicule secondaire existe au sommet du tube hyalin; elle est formée par le dédoublement de la paroi de ce tube.

FIG. 466 Spermatozoïde semblable au précédent; la paroi de la vésicule secondaire dégénère.

FIG. 467. Spermatozoïde dont le tube hyalin reste court, parce que la perforation apicale a été précoce; la vésicule primaire s'est clivée sur toute sa surface; la petite coupe représente le feuillet interne de sa paroi. Ni tigelle, ni prolongement.

FIG. 468. Stade voisin, un peu plus avancé; rudiment de la tigelle. La vésicule secondaire a perdu la netteté de ses contours et pris un aspect granuleux; elle entre en dégénérescence.

FIG. 469. Même état de la vésicule secondaire; les prolongements ont apparu; la tigelle n'existe pas encore.

FIG. 470. Stade ultérieur: la vésicule secondaire a complètement disparu.

FIG. 471. Spermatozoïde dont le contour vésiculaire paraissait plus concentré que d'habitude; le brun Bismark lui avait imprimé une coloration assez intense. La tigelle se prolonge sous la forme d'une stric mince, jusqu'au sommet où se voit un léger enfoncement de la paroi épaissie.

FIG. 472. Spermatozoïde mûr et normal.

### *Pagurus callidus.*

FIG. 473. Métrocyte de première grandeur; fragments nucléiniens.

FIG. 474. Cellule spermatique non différenciée.

FIG. 475. Cellule spermatique; première apparition de la vacuole dans le cytoplasme.

FIG. 476. Deux vacuoles destinées à se fusionner en une seule.

FIG. 477, 478, 479. Trois stades du développement de la vésicule.

FIG. 480. Stade plus avancé; vésicule achevée; noyau homogène. A l'union de la vésicule et du noyau se voient deux éminences achromatiques courtes et

épaisses; la troisième est cachée. Ce sont les premiers rudiments des prolongements plasmatiques.

FIG. 481, 482, 483 et 484. Divers stades du développement de la tigelle, de la vésicule et de la perforation apicale.

FIG. 485, 486, 487, 488 et 489. Développement de la vésicule dans le cas de perforation précoce. Divers états du noyau; dans la figure 484 il est homogène et piriforme; il se retrouve souvent dans cet état à la maturité. Naissance des prolongements.

FIG. 490. Spermatozoïde semblable au précédent, mais vu d'en haut; naissance des prolongements.

FIG. 491 et 492. La petite coupe de ces spermatozoïdes peut dériver d'une vésicule à perforation précoce; mais on peut tout aussi bien la regarder comme un reste de la vésicule primaire clivée, la vésicule secondaire ayant disparu.

FIG. 493. La vésicule secondaire est encore peu dilatée.

FIG. 494. Vésicule secondaire plus développée mais encore insérée à la partie supérieure de la coupe qui représente la portion non clivée de la vésicule primaire.

FIG. 495. Stade suivant : le clivage est complet.

FIG. 496. Spermatozoïde extrait d'un spermatophore; la vésicule secondaire, loin de s'atrophier, s'est consolidée. Forme allongée du noyau.

FIG. 497. La vésicule commence à se développer vers le bas.

FIG. 498 et 499. Le développement de la partie inférieure de la vésicule s'accroît; le noyau s'enfonce dans l'intérieur. La tigelle, très longue, est soudée au pôle apical avec la paroi de la vésicule secondaire; elle a la forme d'un tube contenant quelques bouchons d'une substance albuminoïde réfringente.

FIG. 500. La tigelle tubulaire s'évase à son extrémité supérieure qui est appliquée contre la paroi de la vésicule secondaire.

FIG. 501. Disposition démontrant la soudure de la tigelle avec la vésicule secondaire; la dilatation de cette vésicule, arrêtée par la tigelle, a provoqué la formation d'un entonnoir. Un espace achromatique est visible sous la coupe; il résulte sans doute d'une rétraction normale du contenu du noyau.

FIG. 502. Le noyau s'enfonce de plus en plus dans la vésicule. L'espace achromatique qui le surmonte paraît ici dériver de la coupe dont le fond, portant la tigelle, serait remonté jusqu'au niveau des bords. Apparence difficile à expliquer. L'origine de l'anneau achromatique, qui ceint le noyau, n'est pas moins énigmatique.

FIG. 503. Stade très avancé du développement excessif de la vésicule secondaire. Sa paroi commence à dégénérer.

FIG. 504. Stade ultérieur; rupture de la vésicule au pôle supérieur.

FIG. 505. Spermatozoïde anormal; soudure de la tigelle avec la vésicule primaire.

FIG. 506 et 507. Spermatozoïde extrait d'un spermatophore.

### *Pagurus striatus.*

FIG. 508 et 509. Deux cellules spermatiques de grandeur inégale; la vésicule est déjà bien développée.

FIG. 510 à 514. Développement de la vésicule, de la perforation apicale, de la tigelle et du noyau. FIG. 512 : naissance des prolongements; corps nucléinien discoïde sous la vésicule. FIG. 514 : caryoplasma et liquide nucléaire incolores; nucléine colorée; un fragment de cette dernière rappelle le corps discoïde situé sous la tigelle dans la figure 512.

FIG. 515, 516 et 517. Stade correspondant respectivement à ceux des figures 502, 504 et 496 du *Pagurus callidus*.

FIG. 518 à 521. Spermatozoïdes extraits des spermatophores; formes diverses du noyau et des dérivés de la vacuole : coupe ou cloche non perforée.

FIG. 522. Spermatozoïde ayant subi l'enrobage à la paraffine, Le contenu de la vésicule s'est coagulé et revêt la forme d'un manchon solide, brillant. Le noyau du spermatozoïde contient encore des fragments nucléiniens.

### *Eupagurus Prideauxii.*

FIG. 523. Métrocyte de première grandeur.

FIG. 524. Métrocyte plus petite.

FIG. 525. Cellule spermatique; le noyau a déjà pris l'aspect homogène.

FIG. 526. Cellule plus avancée; vacuole déjà bien développée; noyau homogène non déformé.

FIG. 527. Noyau plus différencié : il est devenu hémisphérique; son contenu uniformément coloré présente encore sous la tigelle le fragment solide signalé chez le *Pagurus striatus*.

FIG. 528. Stade ultérieur : noyau homogène; tigelle bien formée; vésicule secondaire complètement séparée du feuillet interne de la vésicule primaire.

FIG. 529, Dégénérescence au sommet de la vésicule.

FIG. 530. Épaississement discoïde au pôle apical.

FIG. 531. Perforation apicale.

FIG. 532. Perforation élargie, vésicule secondaire consolidée; tigelle très allongée.

FIG. 533. Spermatozoïde extrait d'un spermatophore. La vésicule secondaire a disparu.

FIG. 534. Vésicule secondaire séparée du feuillet interne sur la moitié de sa surface. Tigelle évasée.

FIG. 535 et 536. Spermatozoïdes extraits des spermatophores. La vésicule secondaire ne s'est isolée du feuillet interne qu'au niveau de la large perforation de ce feuillet, qui constitue à présent l'orifice de la coupe interne. Le feuillet externe, formant la cloche, s'est consolidé. Le noyau a pris une forme effilée.

### *Clibanarius misanthropus.*

FIG. 537. Métrocyte de première grandeur.

FIG. 538. Métrocyte plus petite.

FIG. 539. Cellule spermatique non différenciée.

FIG. 540 à 544. Développement habituel de la vésicule, de la tigelle et du noyau.



FIG. 545 à 547. Développement particulier de la tigelle : elle se transforme en un petit vase contenant un mince aiguillon.

FIG. 548 à 551. États divers du noyau ; la tigelle présente sa forme habituelle.

FIG. 552 et 553. L'aiguillon, inséré au centre de la cupule qui dérive de la tigelle, porte un renflement cylindrique.

FIG. 554. Épaississement discoïde apical. Aiguillon épaissi au sommet.

FIG. 555, Soudure d'une tigelle ordinaire avec la vésicule primaire.

FIG. 556. Soudure de l'aiguillon avec la vésicule primaire, nodule de soudure. (La vésicule a été déchirée accidentellement.)

FIG. 557 à 560. Divers exemples de spermatozoïdes tirés des spermatophores ; la cupule tigellaire et l'aiguillon prennent un développement considérable.

FIG. 561. Spermatozoïde vu d'en haut.

FIG. 562 et 563. Deux formes de spermatozoïdes munis de prolongements, extraits d'un spermatophore.

### *Paguristes maculatus.*

FIG. 564 et 565. Métrocyte de première grandeur ; la seconde présente un exemple des vacuoles que contiennent souvent des cellules.

FIG. 566. Cellule spermatique ; deux vacuoles ; le noyau paraît sortir de la cellule, mais cette apparence tient à la soudure intime de sa membrane avec la membrane cellulaire.

FIG. 567 et 568. Stade du développement de la première variété de spermatozoïdes.

FIG. 569. Spermatozoïde de la première forme, tiré d'un spermatophore ; la vésicule a la forme d'un vase renflé.

FIG. 570 à 572. Développement de la deuxième variété de spermatozoïde.

FIG. 573. Deuxième variété de spermatozoïde ; la vésicule, par l'élargissement de la perforation apicale, s'est transformée en une coupe évasée ; cette coupe est portée par la partie supérieure du noyau.

FIG. 574. Spermatozoïde semblable, la vésicule s'est retroussée. La coupe contient le noyau et les prolongements ; au pôle inférieur se voit la tigelle. Ce spermatozoïde est orienté en sens inverse des figures voisines.

FIG. 575. Cellule spermatique ; les vacuoles gagnent du terrain sur les flancs du noyau, particularité d'où résultera la production de la troisième variété de spermatozoïdes :

FIG. 576 à 578. Développement de cette troisième variété ; le noyau, après l'élargissement de la perforation apicale, sera contenu dans la coupe évasée.

FIG. 579. Troisième variété de spermatozoïde, tirée d'un spermatophore ; le noyau est contenu dans la coupe évasée. Cette forme peut aussi porter des prolongements.

FIG. 580. Forme de spermatozoïde adulte, intermédiaire entre la première variété et la seconde : la coupe évasée s'insère à l'équateur du noyau.

FIG. 581. Spermatozoïde de la troisième forme : la vésicule n'est pas encore perforée, la tigelle est soudée avec la paroi.

FIG. 582. La coupe s'est retroussée, elle est trop petite pour enfermer tout le noyau, une tigelle très développée s'insère à son pôle inférieur; ce pôle est en réalité le pôle supérieur, car ce spermatozoïde est dessiné dans une position renversée.

FIG. 583, 584 et 586. Développement particulier de la tigelle dans certains spermatozoïdes dont la vésicule ne s'est pas perforée.

FIG. 585. Spermatozoïde de la deuxième forme, dont la tigelle s'est évasée au sommet.

*Galathæa strigosa.*

FIG. 587. Stade moyen du développement de la vésicule; étroite perforation apicale.

FIG. 588. Spermatozoïde mûr.

FIG. 589. Autre variété de spermatozoïde mûr; la vésicule très effilée n'est pas perforée; elle présente à un moment une cupule d'épaississement.

PLANCHE XIII. (Décapodes : Fig. 590 à 672.

Stomatopodes : Fig. 673 à 687. Schizopodes : Fig. 688, 697b.

Cirripèdes : Fig. 698 à 721.)

*Maja verucosa.*

FIG. 590. Coupe transversale d'un tube testiculaire; *pl*, *pl*, plasmodium; *mt*, métrocytes.

FIG. 591. Métrocyte.

FIG. 592. Cellule spermatique non modifiée.

FIG. 493. Cellule spermatique; le noyau devient hémisphérique.

FIG. 594 à 596. Modification du noyau; vésicule.

FIG. 597 Le noyau a pris la forme d'une cupule profonde; une courte tigelle s'élève du fond de cette cupule; l'épaississement apical est très développé.

FIG. 598 Cellule spermatique plus avancée; les prolongements sont très développés; léger épaississement apical. Le contenu de la vésicule est assez dense; il présente un canal central longeant la tigelle en bas.

FIG. 599. Le contenu de la vésicule ayant absorbé de l'eau, s'est gonflé et a fait sauter la paroi; on voit les restes de cette paroi au sommet de la colonne formée par la substance gélatineuse qui sort de la cupule nucléaire.

FIG. 600. Cellule semblable à la précédente; les restes de la membrane vésiculaire ont disparu.

FIG. 601. Cellule analogue; le contenu de la vésicule, en sortant, a simplement dilaté la perforation, sans déchirer la paroi achromatique.

FIG. 602. Le contenu gonflé forme une colonne qui soulève la paroi vésiculaire; la perforation apicale est trop étroite pour livrer passage à cette colonne.

FIG. 603 et 604. Le contenu s'est gonflé comme précédemment; la colonne qu'il constitue paraît avoir subi ultérieurement une coagulation, car à sa base elle s'est détachée des parois de la cupule nucléaire.

FIG. 605. Spermatozoïde mûr, vu de face.

N. B. Les figures 596 à 605 représentent des spermatozoïdes extraits des spermatophores.

*Xantho rivulosus.*

FIG. 606. Coupe transversale du testicule tubulaire : *pl*, plasmodium; *mt*, métrocytes qui viennent de naître au sein du plasmodium.

FIG. 607. Coupe longitudinale du même organe.

FIG. 608, 609 et 610. Trois stades du développement des spermatozoïdes.

*Carcinus maenas.*

FIG. 611. Cellule spermatique non différenciée.

FIG. 612 à 616. Formation et développement de la vésicule primaire. Épaississement apical; perforation. Naissance de la tigelle.

FIG. 617 à 620. Formes diverses de la vésicule secondaire.

FIG. 621 et 622. Forme de spermatozoïde présentant un cercle achromatique ceignant le noyau,

FIG. 623 à 625. Autre forme; le noyau est plus fortement bombé, la colerette achromatique n'existe pas.

*Inachus scorio.*

FIG. 626. Cellule spermatique non différenciée.

FIG. 627 à 630. Formation et développement de la vésicule primaire.

FIG. 631 et 632. Développement de la vésicule primaire sous la poussée de la tigelle.

FIG. 633. Vésicule perforée.

*Stenorhynchus phalangium.*

FIG. 634. Spermatozoïde; décollement de la vésicule primaire.

*Acanthonyx lunulatus.*

FIG. 635 à 637. Stades du développement de la cellule spermatique. Dans la dernière figure le contenu gonflé de la vésicule nucléaire sort de celle-ci sous forme d'une colonne qui passe à travers la perforation apicale.

*Dromia vulgaris.*

FIG. 638 à 640. Trois stades de la différenciation du spermatozoïde.

FIG. 641. Spermatozoïde modifié par l'enrobage à la paraffine.

*Dorippe lanata.*

FIG. 642 à 644. Stades de la formation des spermatozoïdes.

*Ethusa mascarone.*

FIG. 645 à 649. Développement de la vésicule, de la tigelle et des prolongements. Ces derniers ont la forme de piquants rigides, dès leur apparition.

FIG. 650. Vésicule perforée par la tigelle.

FIG. 651. Vésicule décollée par l'action de la tigelle.

FIG. 652. Tigelle évasée comme dans le *Paguristes*.

FIG. 653. Spermatozoïde vu d'en haut.

*Crangon cataphractus.*

FIG. 654. Métrocyte de première grandeur.

FIG. 655. Métrocyte plus petite.

FIG. 656. Cellule spermatique non différenciée.

FIG. 657. Cellule en différenciation. La dissolution de l'élément nucléinien a commencé, mais il en reste encore des fragments au sein d'un liquide coloré. Le protoplasme émet sur l'une des faces un prolongement irrégulier, destiné à former l'aiguillon.

FIG. 658. Phase ultérieure; noyau homogène; aiguillon plus développé et rigide.

FIG. 659 et 660. Spermatozoïdes mûrs vus dans deux positions différentes.

*Lyismata seticaudata.*

FIG. 661 et 662. Deux métrocytes.

FIG. 663. Cellule spermatique.

FIG. 664. Cellule spermatique; le noyau contient encore des fragments nucléiniens; le protoplasme présente une vacuole et, au pôle opposé, un prolongement irrégulier destiné à former l'aiguillon.

FIG. 665. Autre variété de cellule spermatique; prolongement plasmatique plus développé.

FIG. 666. Phase ultérieure: le noyau s'est aplati; le prolongement s'est allongé, mais il demeure toujours irrégulier et de consistance molle, comme le reste du protoplasme.

FIG. 667. Autre mode de développement de l'aiguillon; son premier rudiment n'est plus un pseudopode irrégulier, mais un piquant rigide.

FIG. 668. Autre variété de cellule spermatique; vacuole très développée, noyau déprimé.

FIG. 669. Plusieurs petites vacuoles.

FIG. 670. Évolution tardive du noyau.

FIG. 671. Noyau devenu homogène.



FIG. 672. Spermatozoïde mûr vu de face; le noyau est très aplati et se colore faiblement; il est entouré d'un cercle de substance cytoplasmatique, et porte l'aiguillon.

*Squilla mantis.*

FIG. 673. Trois métrocytes de première grandeur.

FIG. 674 et 675. Métrocytes des générations suivantes.

FIG. 676. Cellule spermatique.

FIG. 677. Première modification de la cellule spermatique; le noyau contient une vacuole.

FIG. 678. Phase ultérieure; la vacuole grandit, le noyau se dilate.

FIG. 679. L'élément nucléinien, fusionné en une masse homogène, a pris la forme d'un croissant.

FIG. 680 à 683. Achèvement du spermatozoïde; le cytoplasme et la membrane nucléaire ont disparu. La masse nucléinienne s'épaissit, se renfle et prend la forme d'un bouton saillant dans la cavité vacuolaire; quelques cordons de protoplasme se voient encore dans cette cavité.

FIG. 684. Spermatozoïde vu d'en haut.

FIG. 685. Métrocyte contenant deux noyaux spermatiques en différenciation.

FIG. 686 et 687. Variétés de spermatozoïdes; la masse nucléinienne présente une petite vacuole.

*Mysis.*

FIG. 688. Métrocyte quiescente, élément nucléinien fragmenté.

FIG. 689. Métrocyte en caryocinèse.

FIG. 690. Plasmodiérèse d'une métrocyte.

FIG. 691 à 694. Différenciation du noyau: l'élément nucléinien est fusionné en une masse homogène, la cavité nucléaire est notablement dilatée.

FIG. 695 et 696. La membrane nucléaire a disparu, la masse nucléinienne s'allonge, la cellule prend une forme allongée.

FIG. 697. a) Tronçon de cellule spermatique fortement allongée; un filament axial s'est formé dans le protoplasme; il se pelotonne dans les parties renflées de la cellule.

b) Portion antérieure d'un spermatozoïde mûr.

*Lepas anatifera.*

FIG. 698. Grande métrocyte uninucléée.

FIG. 699 et 700. Métrocytes à deux et à trois noyaux.

FIG. 701. Cellule spermatique.

FIG. 702 et 703. Noyau homogène; dissolution de la nucléine.

FIG. 704. Fusion de l'élément nucléinien en une masse rétractée; la cellule subit un allongement unipolaire.

FIG. 705. Phase ultérieure; filament axial; masse nucléinienne fusiforme.

FIG. 706. Métrocyte multinucléée.

FIG. 707. Métrocyte semblable; dissolution de la nucléine dans tous le noyaux.

FIG. 708. Phase ultérieure; les noyaux homogènes sont devenus fusiformes; à chacun d'eux se rattache un filament axial qui se découpe dans le protoplasme commun.

*Balanus perforatus.*

FIG. 709 et 710. Métrocytes.

FIG. 711. Cellule spermatique.

FIG. 712. Noyau homogène.

FIG. 713 à 717. Phases diverses du changement de forme de la cellule et de l'évolution du noyau; le vide, que laisse dans le noyau l'élément nucléinien fusionné, occupe diverses positions.

FIG. 718 à 721. Phases ultérieures; étirement de la cellule; apparition du filament axial; allongement de la masse nucléinienne.

**PLANCHE XIV. (Spermatophores des décapodes : Fig. 722 à 747.)**

Gr. FIG. 722 à 734 : 1/12, 4; FIG. 735 : A, 2; FIG. 736 à 742, 745 à 747 : D, 1;

FIG. 743, 1/12, 1; FIG. 744 : A, 1 (lentille inférieure dévissée).

*Inachus scorpio.*

FIG. 722. Grande capsule remplie de spermatozoïdes.

FIG. 723 à 726. Petites capsules contenant un petit nombre de spermatozoïdes.

FIG. 727. Petite capsule ne logeant qu'un seul spermatozoïde.

FIG. 728 à 730. Capsules de grandeur diverse ne contenant que du plasma granuleux sans spermatozoïdes.

FIG. 731. Capsule vide dont le contenu coagulé s'est détaché de la membrane.

*Ilia nucleus.*

FIG. 732. Petite capsule vide présentant une pointe effilée.

FIG. 733. Capsule de spermatozoïdes, munie de deux appendices pointus et opposés.

FIG. 734. Capsule ne contenant que cinq spermatozoïdes et munie de deux pointes.

*Pagurus callidus.*

FIG. 735. Coupe transversale de la partie spiralée du canal déférent. Les longues cellules qui forment les bourrelets latéraux se désorganisent du côté de la lumière du canal; leur extrémité interne est déchirée, et plonge dans une masse de plasma granuleux; *x* et *c* : parties moins épaissies de l'épithélium. C'est sur la partie inférieure, *s*, que repose la plaque basale des spermatophores.

FIG. 736. Portion d'une coupe transversale de la partie supérieure du canal déférent contenant une colonne spermatique non divisée. La coupe de cette colonne montre la gaine épaisse, molle et transparente qui s'est formée aux dépens du plasma. Entre la colonne et l'épithélium une accumulation de plasma, *pl*, représente déjà la partie qui donnera naissance aux pédicules et aux plaques basales. L'épithélium du bourrelet latéral est plus profondément désorganisé que dans la coupe précédente; les cellules du côté interne sont complètement fusionnées et forment une espèce de plasmodium. Du côté interne, ce plasmodium est déchiqueté et se perd dans le plasma granuleux. Un peu en dehors se voit un tractus trabéculaire, sorte de membrane interne à jour, dans laquelle viennent se perdre de nombreuses trabécules du réticulum. Cette zone représente peut-être un reste de la membrane qui tapissait la face interne des cellules fusionnées; peut-être aussi est-ce une production nouvelle, une membrane naissante qui vient séparer, du côté de la lumière du tube, la portion la plus désorganisée du plasmodium, et préparer ainsi la restauration de l'épithélium.

Il est visible dans cette figure que le plasma granuleux sort du plasmodium, à la faveur des déchirures de sa face interne.

Les noyaux sont altérés; ils prennent par le vert de méthyle une coloration uniforme, et présentent une forme irrégulière.

*pl*, *pl*, plasma granuleux coagulé.

*m*, membrane colonnaire.

*sp*, spermatozoïdes.

FIG. 737. Coupe longitudinale du canal déférent; la colonne est divisée par de profonds étranglements en portions distinctes qui deviendront les capsules. La membrane colonnaire, *m*, est mieux constituée que précédemment; elle s'est amincie et solidifiée.

Sous chaque capsule, il existe un léger épaissement de la couche de plasma qui sépare la colonne de l'épithélium de la gouttière inférieure. Chacun de ces épaisissements porte un prolongement formé de substance plus claire qui s'avance dans l'intérieur de la capsule.

FIG. 738. Phase ultérieure. Les capsules s'étranglent un peu à leur base; les épaisissements sous-jacents s'accroissent. Une lame mince unit la base des capsules: c'est la portion de la membrane colonnaire qui formait le fond des sillons d'étranglement.

FIG. 739. Les capsules s'allongent et s'amincissent à leur base; elles sont encore reliées entre elles par la lame unissante. Le premier rudiment du pédicule se dessine dans l'épaissement basal sous la forme d'une colonne cylindrique, *pd*. Sous cette colonne se distingue déjà la couche qui engendrera les plaques basales, *pl*, *d*. La substance de la petite colonne est moins opaque que celle de la plaque basale; elle présente des traces de réticulum.

FIG. 740. Vue longitudinale d'une colonne spermatique en voie de division; cette division est tardive, car les pédicules sont déjà ébauchés alors que les étranglements de la colonne sont encore loin d'être complets.

*pd 1* : pédicule simple.

*pd 2* : pilier formé de trois pédicules destinés à se séparer plus tard en trois pédicules isolés.

*pl b* : plaque basale encore indivise.

FIG. 741. Phase ultérieure; capsule allongée contenant peu de spermatozoïdes.

Le testicule s'allonge; on y distingue plusieurs coulées; sa substance s'éclaircit, et présente des zones granuleuses et des zones presque transparentes. A côté de ce pédicule s'élèvent plusieurs petits cônes formés de la même substance. La base de la capsule porte encore des lambeaux de la lame unissante.

FIG. 742. Spermatophore approchant de la maturité. La capsule s'est allongée et aplatie. Le pédicule est devenu presque hyalin; il pénètre assez profondément dans la capsule. Nous avons figuré à sa base une portion du plasma qui enrobe les pédicules et qui résiste à l'eau de chaux. L'action de ce réactif éclaircit le plasma; elle permet aussi de reconnaître plus facilement la structure réticulée : on distingue en effet dans la figure de fortes trabécules longitudinales ou parallèles et des masses transversales. A gauche, la plaque basale est séparée de la plaque voisine par un sillon profond; ce sillon manque, à droite, où son emplacement est occupé par un groupe de petits cônes.

FIG. 743. Portion d'un pédicule soumis pendant plusieurs heures à l'action de l'eau de chaux; elle présente une structure grossièrement réticulée.

FIG. 744. Chaîne de spermatophores, peu de temps avant la maturité. Position occupée par les spermatophores dans la portion moyenne du canal déférent.

FIG. 745. Vue longitudinale d'une série de spermatophores vides, qui occupait la portion moyenne du canal déférent d'un *Pagurus callidus*. Cette série de capsules vides avait plus d'un centimètre de longueur; aucun spermatozoïde n'existait dans cette région du tube.

### *Clibanarius misanthropus*.

FIG. 746. Stade jeune; pédicules ébauchés; lame unissante; pénétration du plasma dans la base de la capsule.

FIG. 747. Phase ultérieure, approchant de la maturité; restes de la lame unissante; pédicule granuleux pénétrant assez profondément dans la capsule.

## PLANCHE XV. (Chilognathes : Fig. 748 à 778.—

### Scolopendrides : Fig 779 à 805.)

Gr. FIG. 748 : 1/12, 1.

FIG. 749 à 762; 777 à 802 : 1/12, 4.

FIG. 763 à 776 : 1/12, 5. FIG. 803 et 804, A, 1 (lentille inférieure dévissée). FIG. 805 D, 1.

### *Glomeris marginata*.

FIG. 748. Coupe transversale d'un acini. Le centre contient des cellules spermatisques et des spermatozoïdes; la périphérie est tapissée par plusieurs assises de métrocytes.



FIG. 749. Métrocyte de première grandeur; élément nucléinien fragmenté.

FIG. 750. Métrocyte plus petite.

FIG. 751. Métrocyte en caryocinèse.

FIG. 752. Groupe de petites métrocytes; plasmodiérèse.

FIG. 753. Cellule spermatique.

FIG. 754 et 755. La cellule et le noyau sont devenus fusiformes.

FIG. 756 et 757. La membrane nucléaire a disparu; les fragments nucléiniens sont dispersés dans le cytoplasme.

FIG. 758. Spermatozoïde à peu près mûr.

### *Polydesmus complanatus.*

FIG. 759. Métrocyte.

FIG. 760. Métrocyte en caryosténose.

FIG. 761. Métrocyte à deux noyaux.

FIG. 762. Deux métrocytes encore unies.

FIG. 763. Cellule spermatique.

FIG. 764. Phase ultérieure; le noyau contient deux corps nucléiniens lenticulaires.

FIG. 765. Spermatozoïde vu de face.

FIG. 766. Spermatozoïde mûr, vu de profil et en coupe optique.

FIG. 767. Capsule résultant du clivage d'un spermatozoïde.

FIG. 768. Spermatozoïde dessiné en relief, (le grossissement est le même que dans les figures précédentes, mais le dessin a été pris plus loin du prisme, au niveau de la table de travail)

### *Iulus* (espèce noire.)

FIG. 769. Cellule spermatique; noyau homogène.

FIG. 770. Spermatozoïde en coupe optique.

FIG. 771. Le même en relief.

FIG. 772. Le même vu par dessous.

### *Iulus* (espèce bistre.)

FIG. 773. Spermatozoïde.

FIG. 774. Groupement de spermatozoïdes, un peu écrasé.

### *Iulus sabulosus.*

FIG. 775. Spermatozoïde en coupe optique.

FIG. 776. Le même vu de face.

### *Blaniulus guttulatus.*

FIG. 777. Coupe d'un acini tapissé de métrocytes et débouchant dans le canal déférent qui est rempli de spermatozoïdes filiformes.

FIG. 778. Spermatozoïde.

*Scolopendra dalmatica.*

FIG. 779. Métrocytes de moyenne grandeur. Le noyau contient de gros tronçons nucléiniens et un nucléole plasmatique.

FIG. 780. Chaîne de cellules spermatiques subissant un étirement unipolaire; la nucléine commence à se dissoudre.

FIG. 781. Cellule spermatique isolée; le noyau contient des tronçons de filaments.

FIG. 782. Autre cellule; le noyau dessiné en relief montre, accolés à la face interne de sa membrane, des fragments nucléiniens très irréguliers.

FIG. 783. Même cellule; le noyau dessiné en coupe optique montre la section des fragments nucléiniens; ceux-ci sont tous appliqués contre la membrane; le centre du noyau ne contient que du caryoplasma.

FIG. 784. Phase ultérieure; les fragments nucléiniens se sont gonflés et ont pris la forme sphérique; la nucléine a commencé à se dissoudre.

FIG. 785. Autre variété de cellule spermatique; le noyau contient encore des tronçons de filaments, nageant dans un liquide contenant déjà de la nucléine dissoute. Ce noyau commence à se déformer en s'allongeant.

FIG. 786. Apparition d'une facette plane, indiquant le pôle postérieur du noyau.

FIG. 787. Noyau peu différent du précédent; un disque de substance nucléinienne homogène tapisse la facette plane.

FIG. 788. Phase ultérieure; tout l'élément nucléinien est dissout. Des vacuoles ont apparu. Le fil axial est également visible.

FIG. 789. Une collerette achromatique s'attache au pôle postérieur du noyau.

FIG. 790. Le contenu du noyau s'est rétracté, laissant en avant une large cavité vacuolaire.

FIG. 791. Un filament axial très long s'enroule dans le cytoplasme.

FIG. 792. Noyau cylindro-conique contenant trois vacuoles; son sommet porte un léger rebord. Le changement de forme de cette cellule est tardif.

FIG. 793. Groupe de trois cellules spermatiques allongées; leur noyau, homogène et cylindroïde, présente une vacuole de rétraction à l'extrémité antérieure; une vacuole cytoplasmatique existe à la partie antérieure de la première cellule, à gauche.

FIG. 794. Phase ultérieure; le cytoplasme qui entourait le noyau a disparu; la membrane cellulaire et la membrane nucléaire se sont accolées et confondues.

FIG. 795. Cellule spermatique très allongée; fil axial enroulé; lacunes dans le cytoplasme.

FIG. 796. La membrane cellulaire commence à s'appliquer sur le noyau; la vacuole supérieure dérive probablement du cytoplasme.

FIG. 797. Tronçon de cellule spermatique très allongée; lacunes du cytoplasme; fil axial presque déroulé.

FIG. 798 à 800. Phases de l'évolution ultérieure du noyau; cet élément, tout en s'allongeant et en prenant la forme d'un cône effilé, subit une torsion sur son axe. En même temps, la membrane cellulaire s'applique sur lui, et le fil axial se déroule.

FIG. 801. Phase subséquente; le noyau est devenu filamenteux; derrière lui se remarque, dans le corps allongé de la cellule, un fil axial rectiligne et une spirale pariétale; cette dernière est rarement aussi forte que dans la cellule figurée.

FIG. 802. Portion antérieure d'un spermatozoïde mûr.

FIG. 803. Phase ultérieure, *t* : limite de la tête.

FIG. 804. Portion antérieure d'un spermatozoïde mûr.

FIG. 805. Coupe verticale d'un spermatophore.

FIG. 806. Coupe verticale perpendiculaire à la précédente.

FIG. 807. Membrane du spermatophore.

*a* : Surface externe de cette membrane.

*b* : Surface interne, avec le réticulum grossier qui la tapisse.

*c* : Coupe optique de la membrane, montrant les stries radiales et les nodules épaissis qui existent aux points d'entrecroisement du réticulum interne.

---



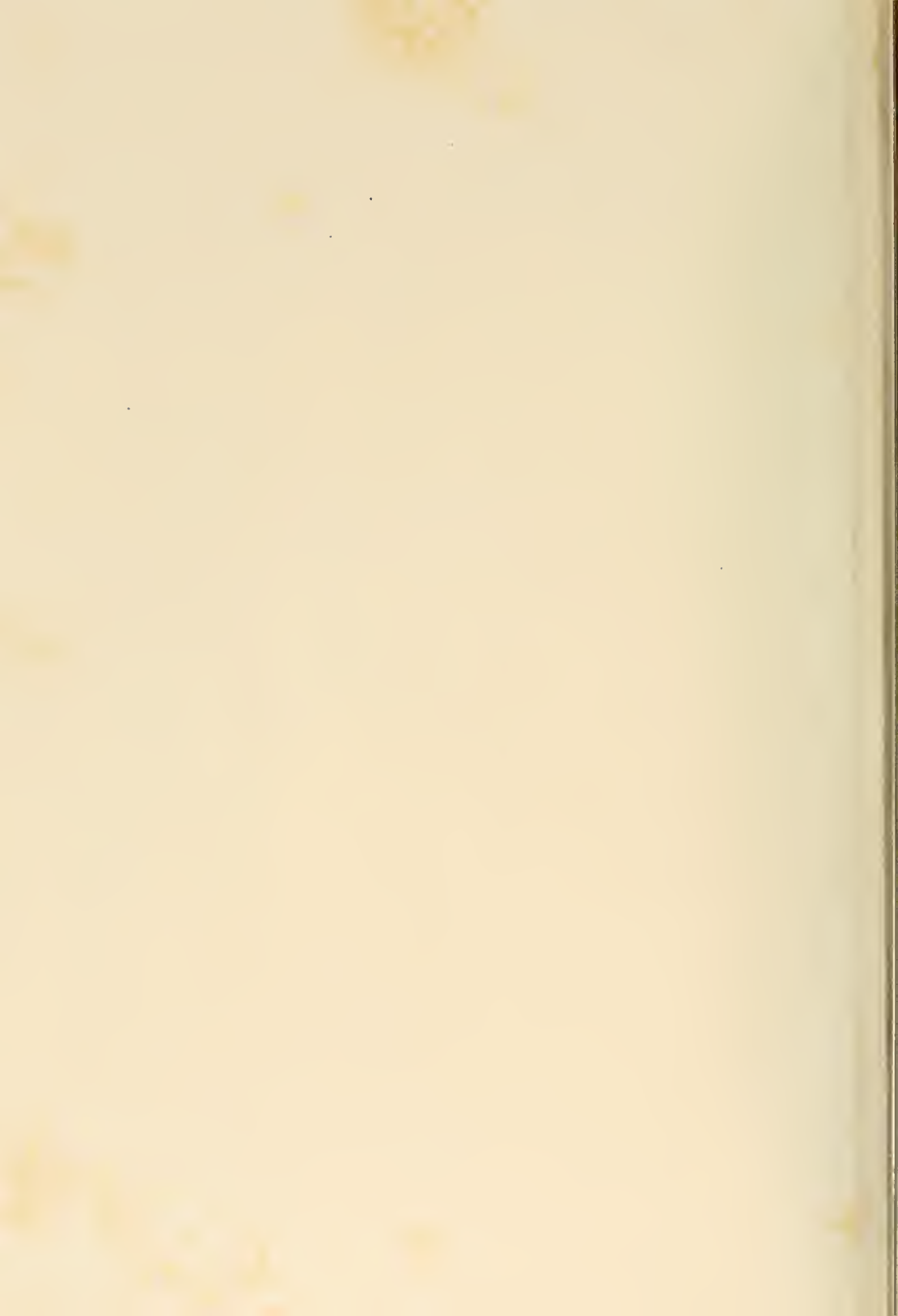


*Ectriophthalmos.*



Gustave Gubon, del. et sculp.

Alfred Jous, sculp.





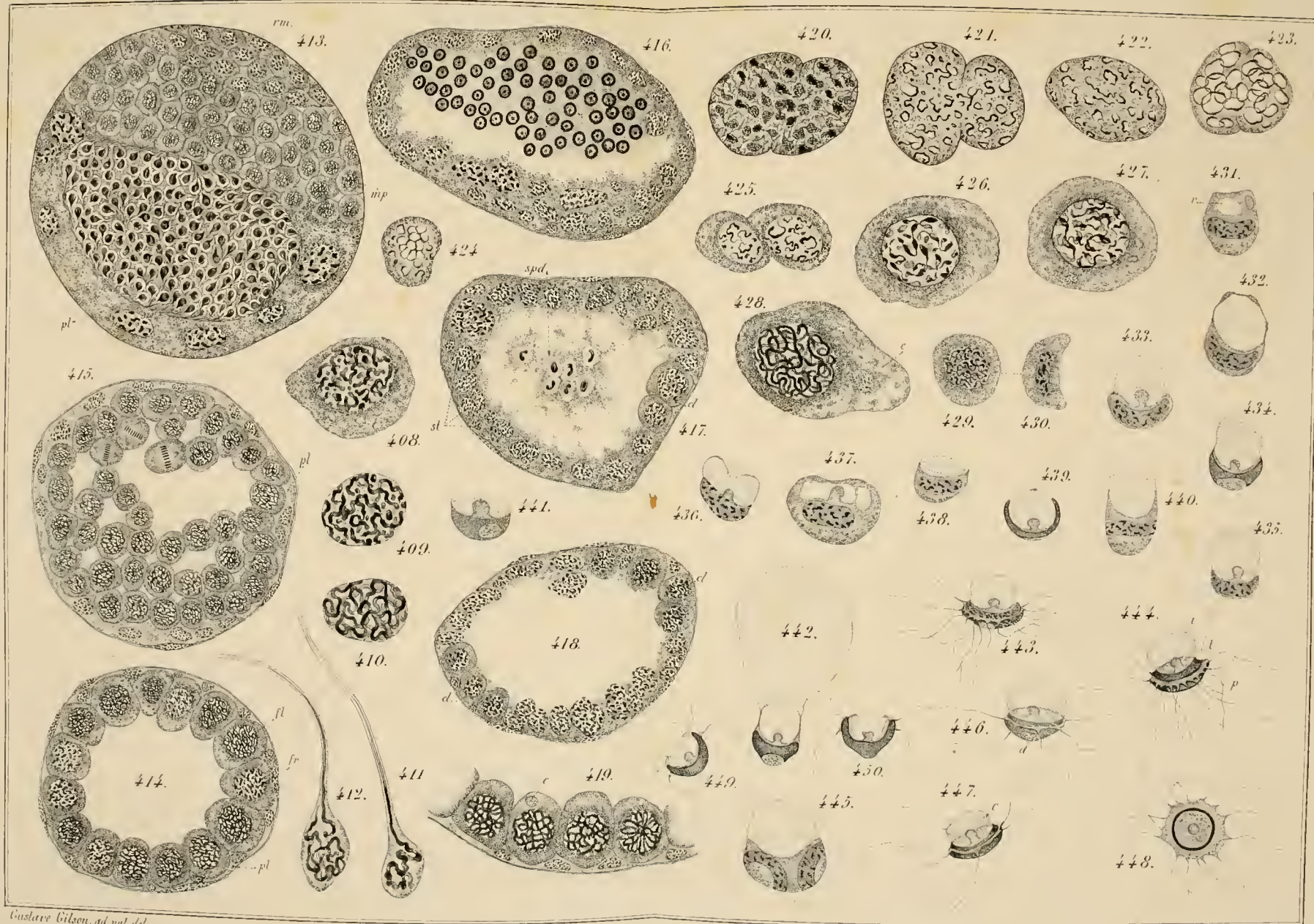
# Edriophthalmes.







*Edriophthalmus. Decapodes.*





# *Dicarpides.*

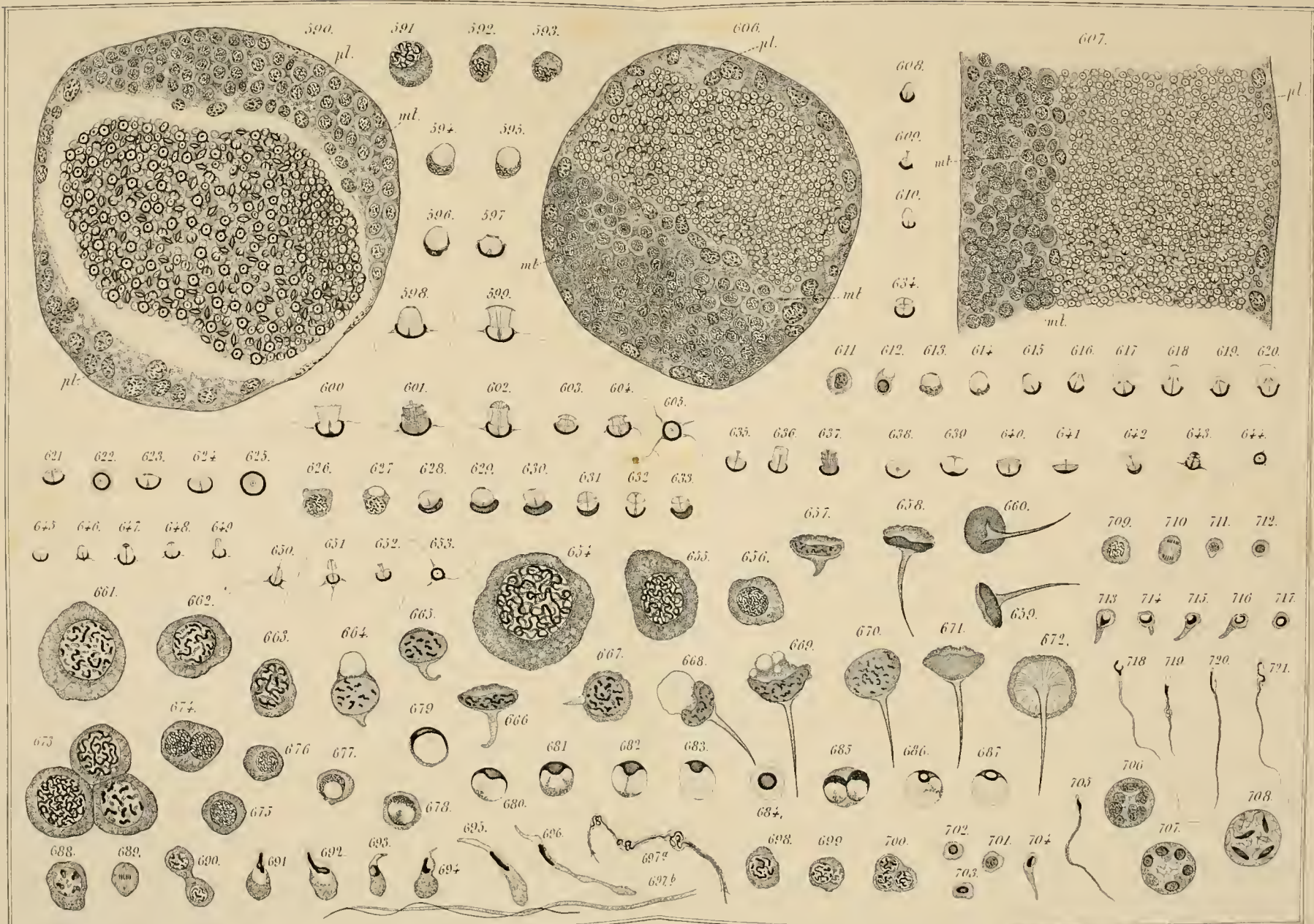


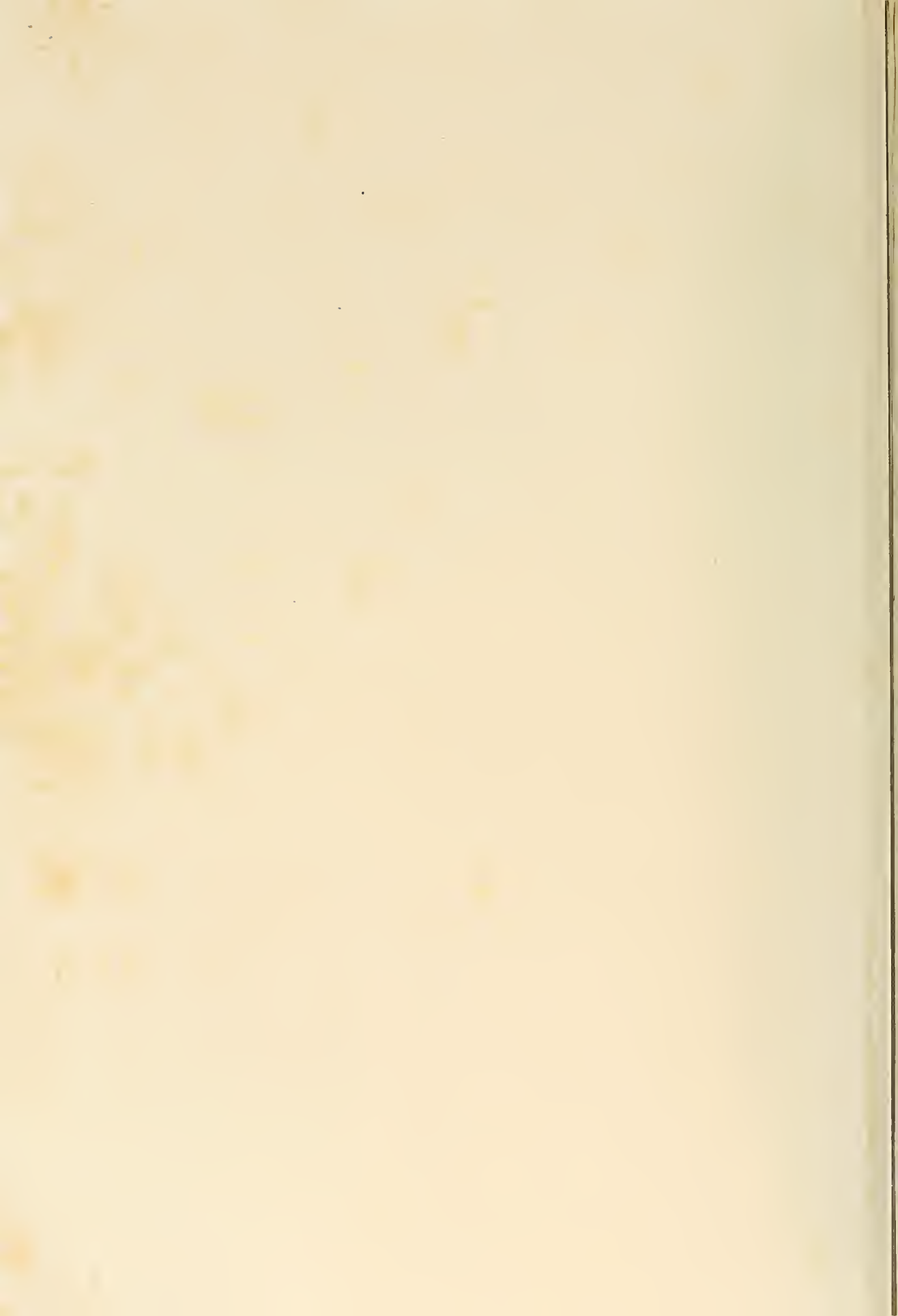






Planche XIII. *Diapodes. Schizopodes. Stenalepodes. Cirripedes.*



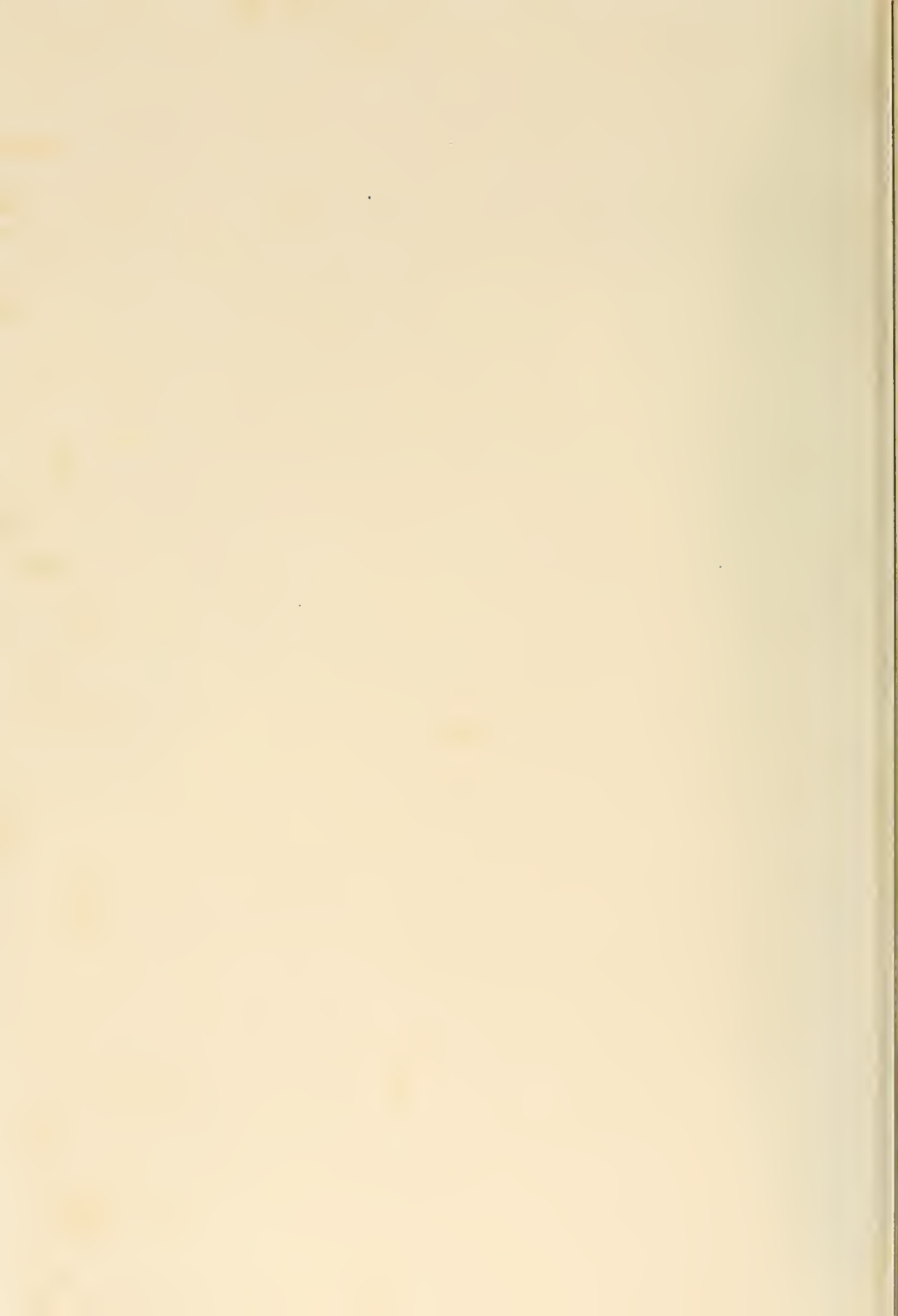




# Spermatozoaires des Pécipodes.

Planche XIV

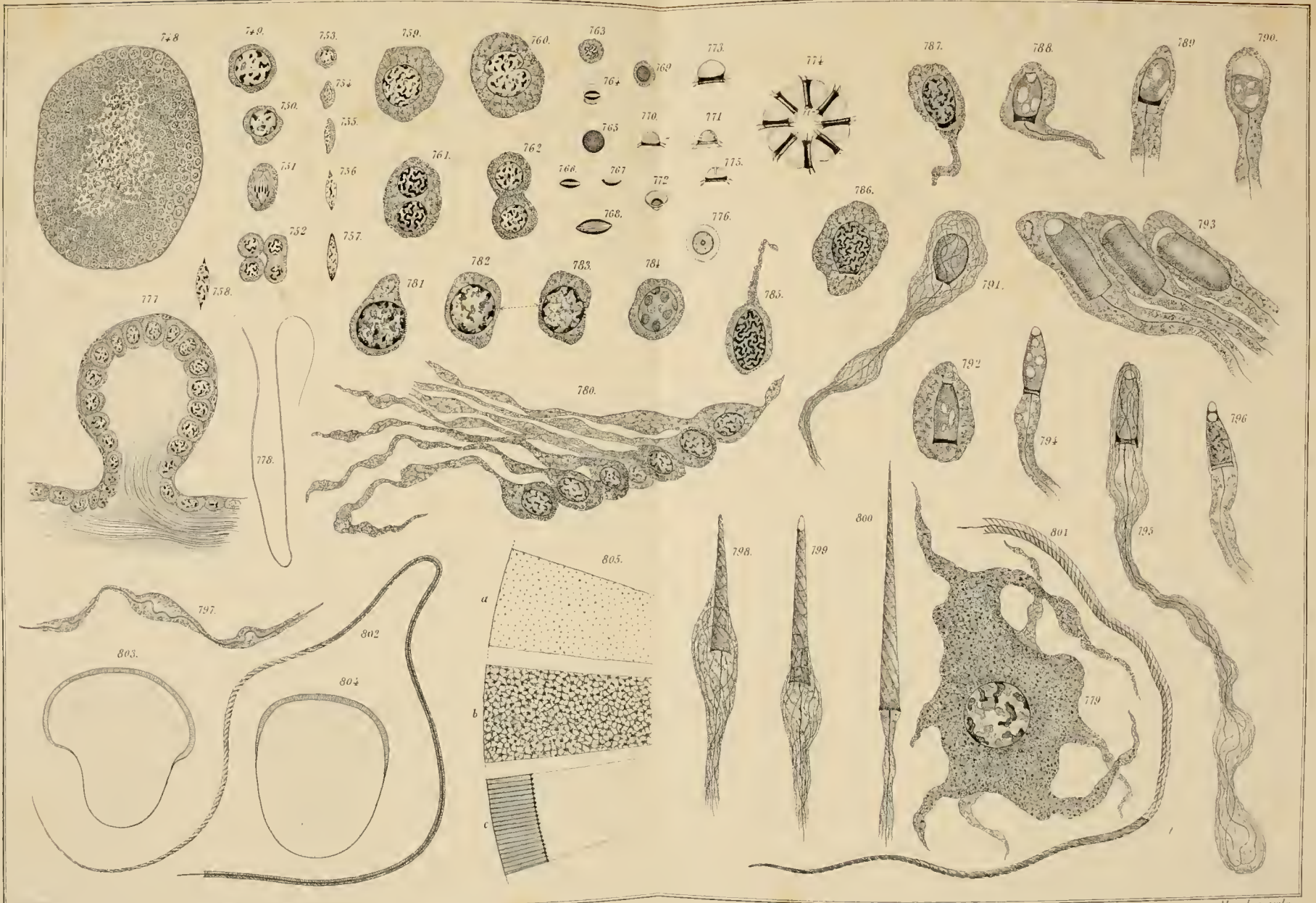






# *Chilognathes. Scleropendriides.*

Plaque XV.



Gust. Gibson, ad nat. del.

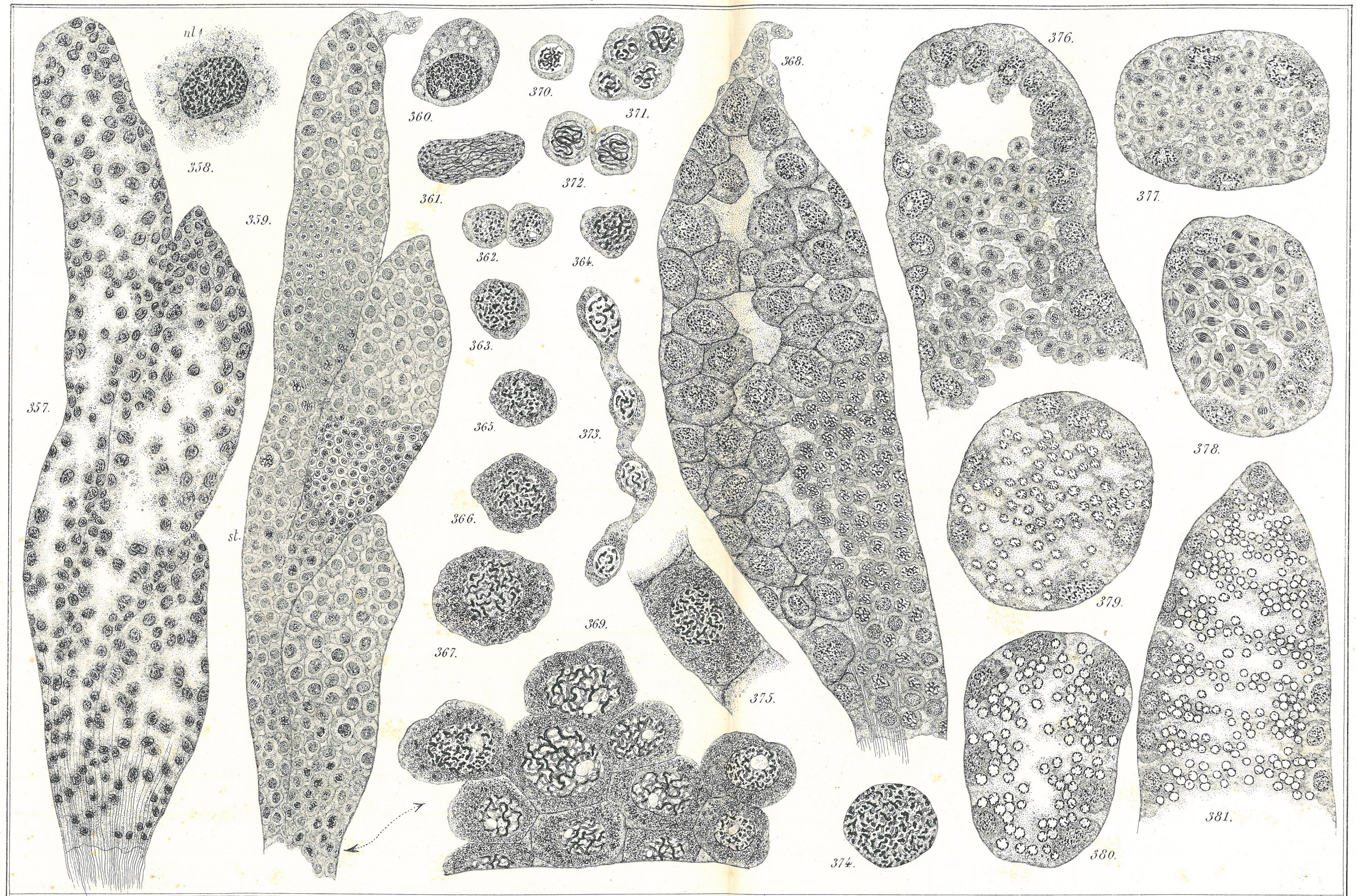
Lith. Ch. Duret à Paris

Alar Jones sculp





# Edriophthalmes.



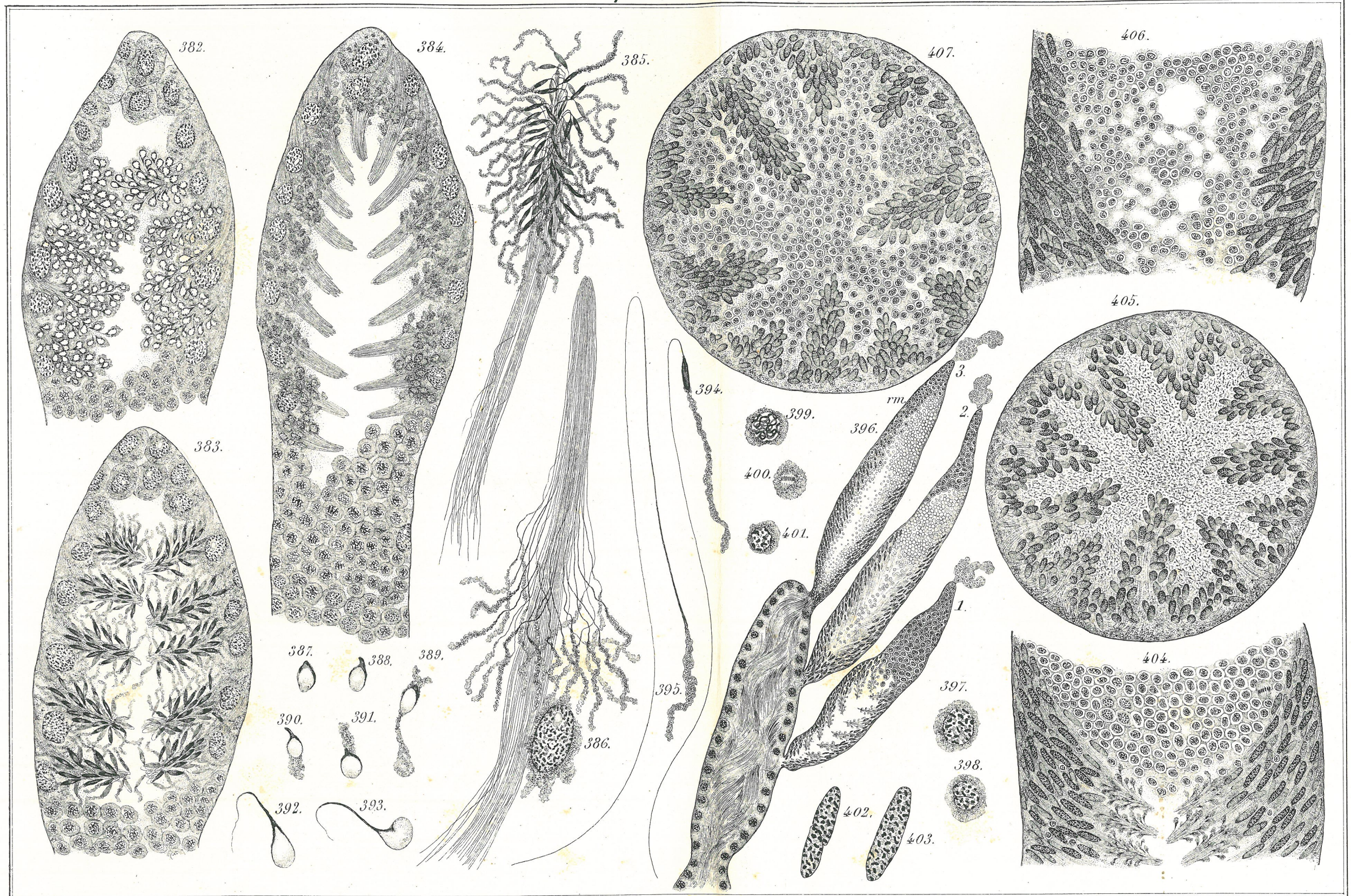
Gustave Gilson, ad. nat. del.

Alex. Joos, sculp.

Lith. Ch. Dumont, à Louvain.

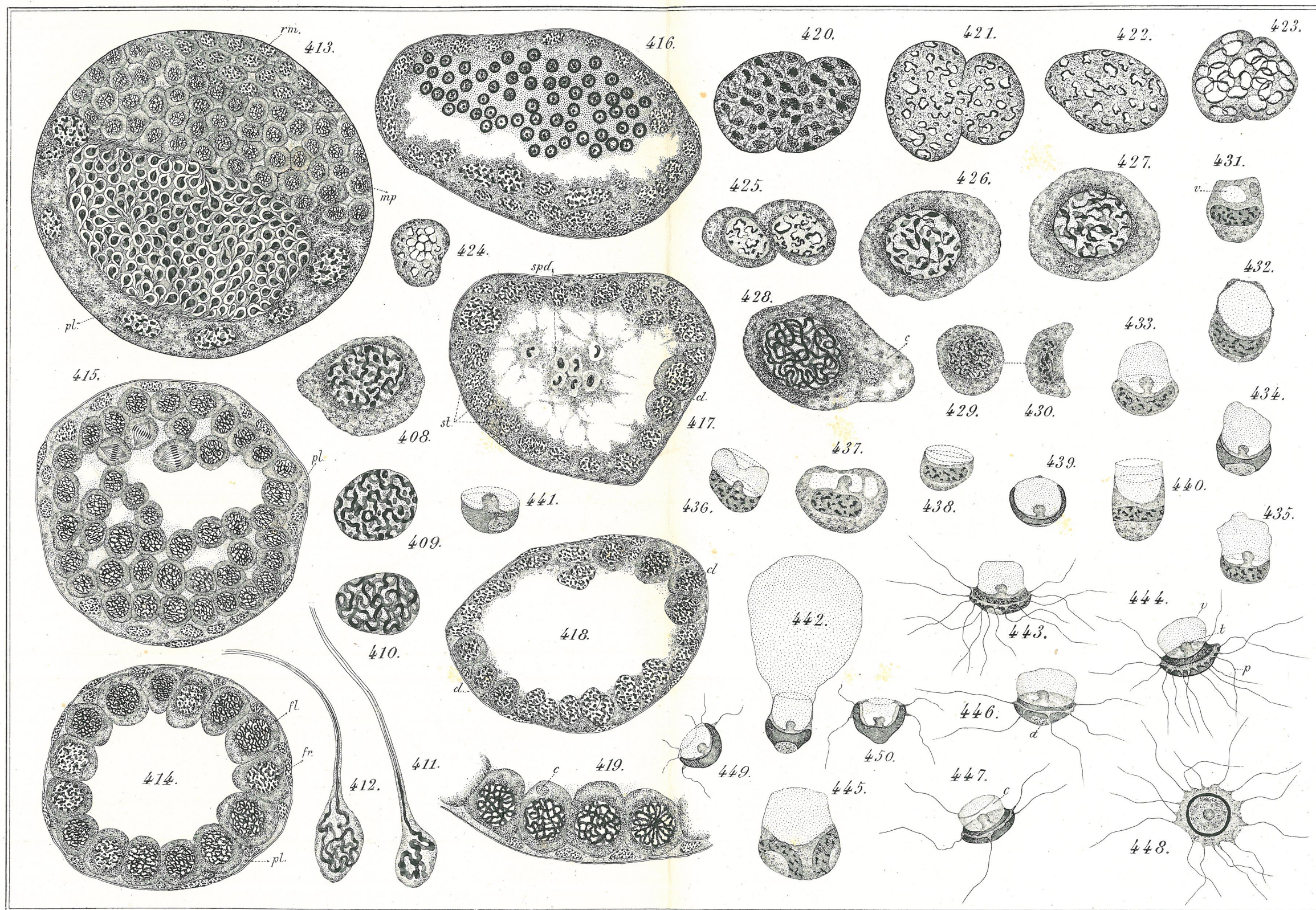


# Edriophthalmes.





# Edriophthalmes. Décapodes.





# Décapodes.

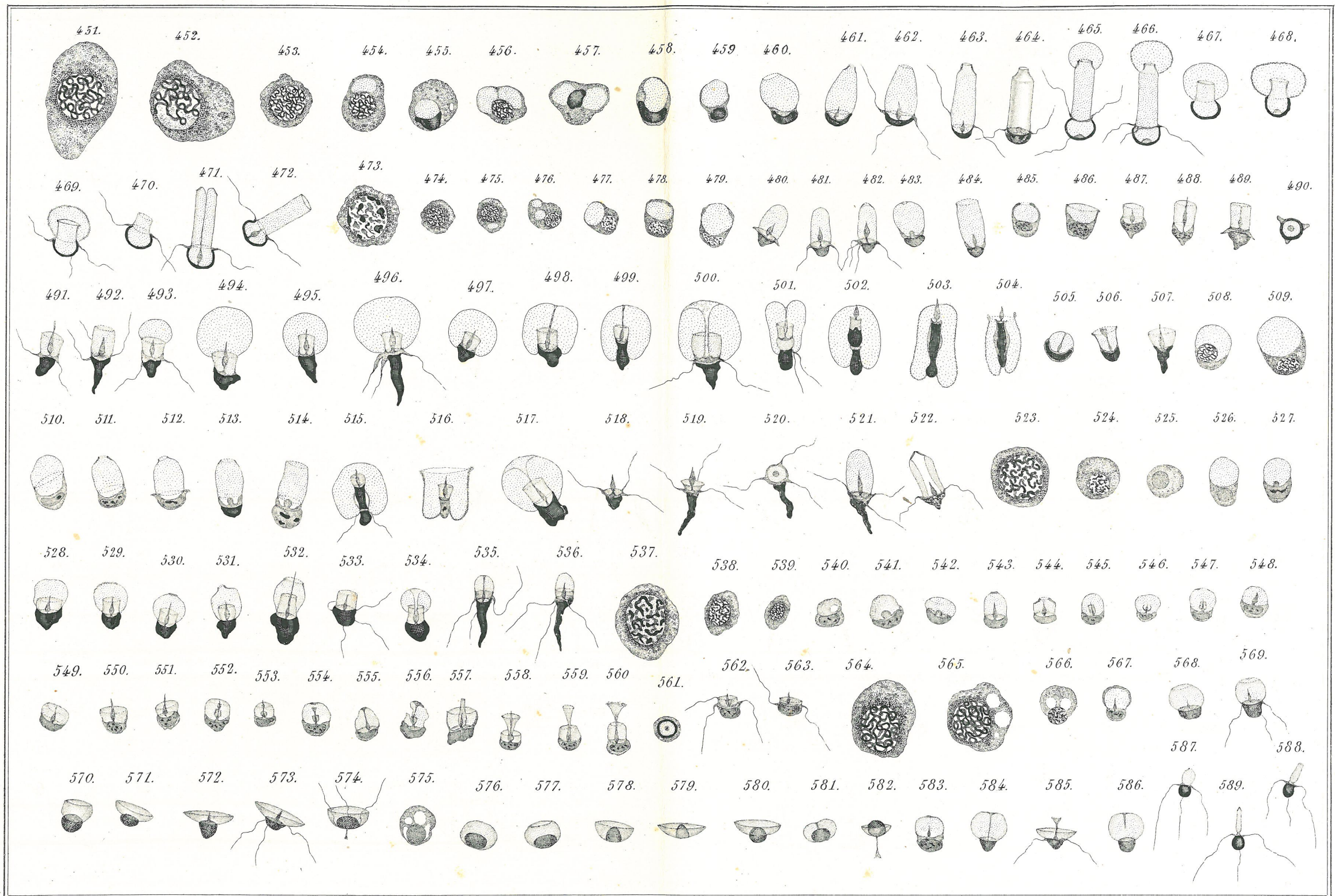
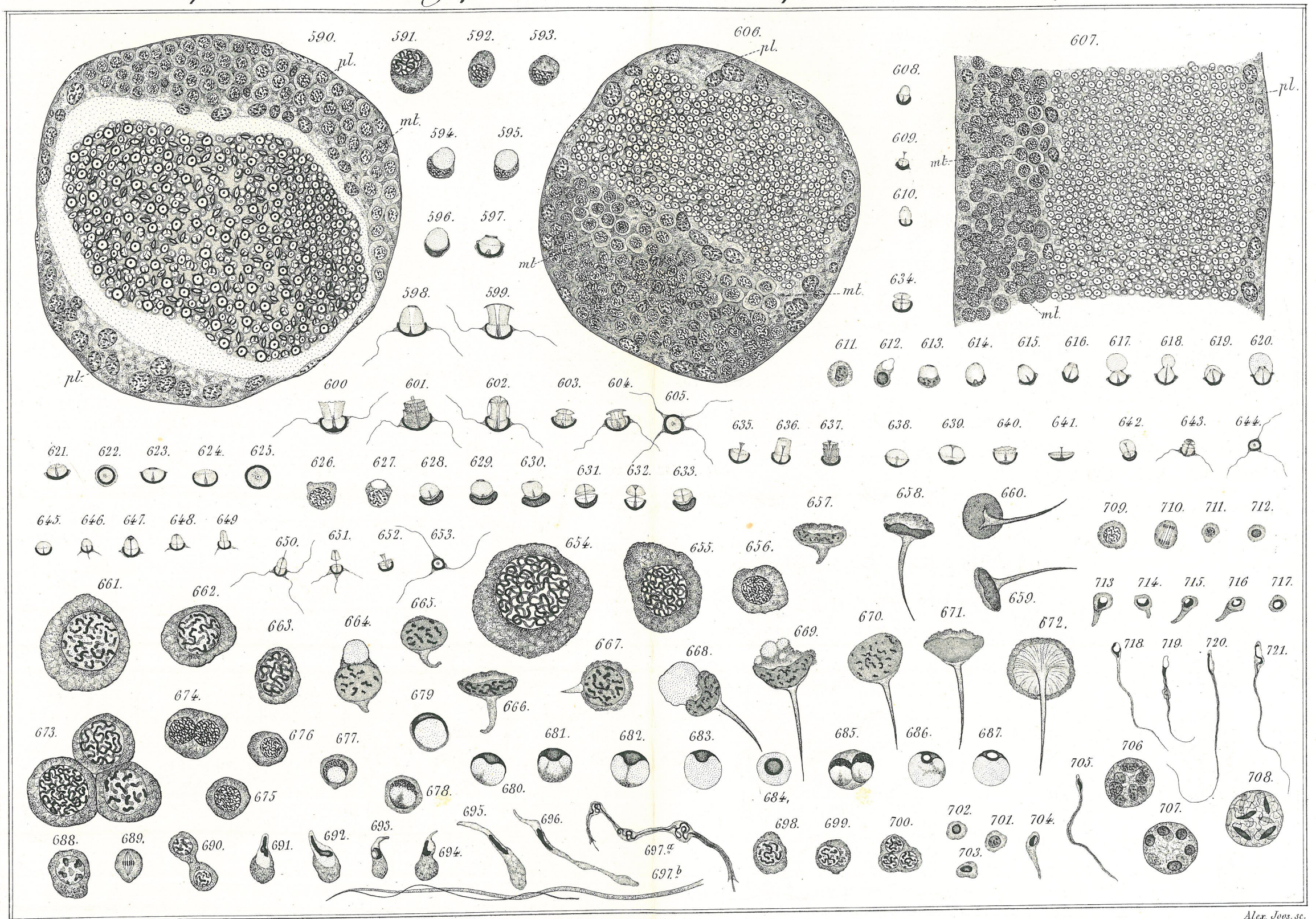




Planche XIII. *Décapodes. Schizopodes. Stomatopodes. Cirripèdes.*



Gustave Gilson, ad. nat. del.

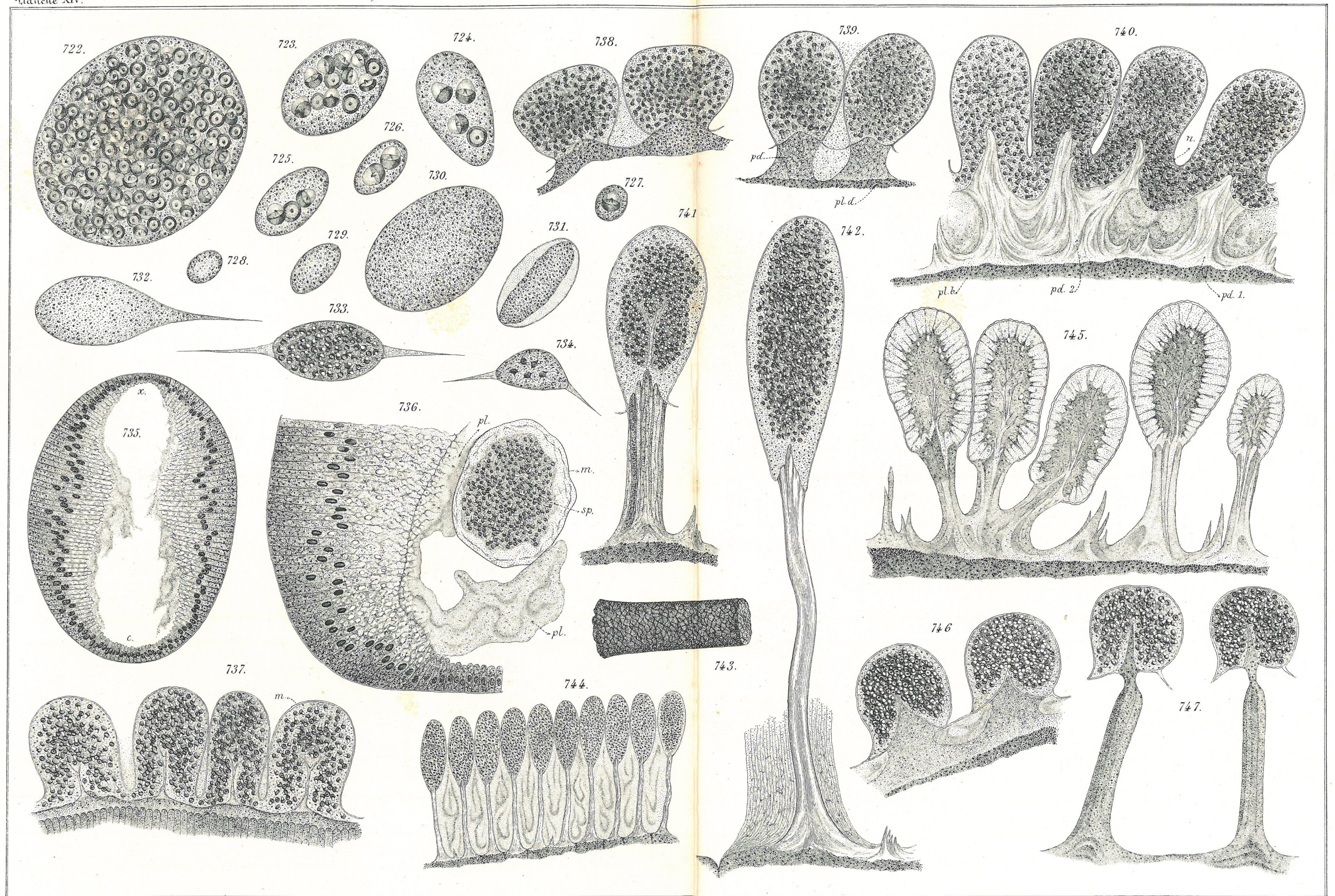
Lith. Ch. Dumont à Louvain.

Alex. Joos, sc.



# Spermatophores des Décapodes.

Planche XIV.



Gust. Gilson, ad. nat. del.

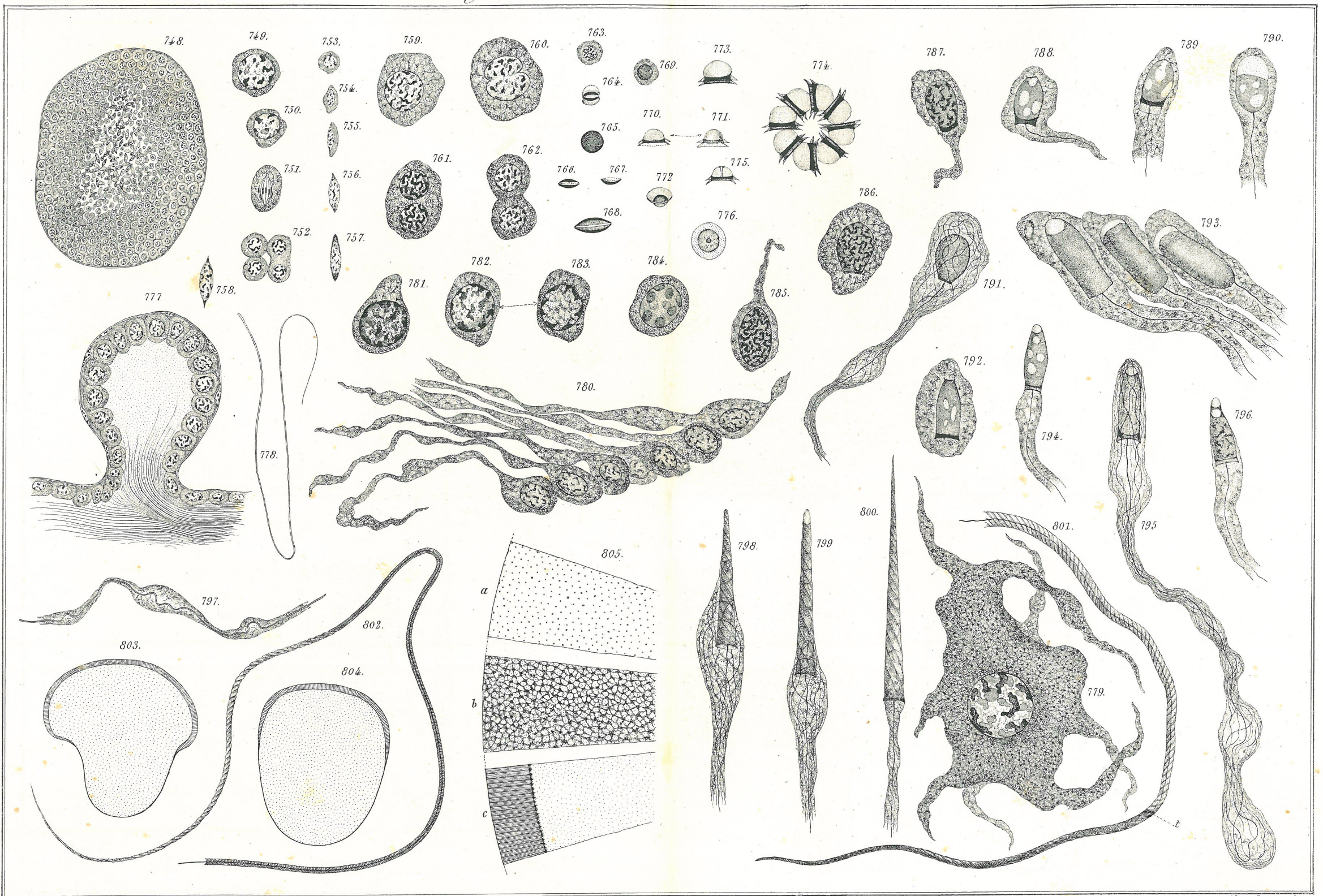
Lith. Ch. Dumont, Louvain.

Alex. Joos, sc.



# Chilognathes. Scolopendrides.

Planche XV.



Gust. Gibson, ad. nat. del.

Lith. Ch. Dumont à Louvain.

Alex. Joos, sculp.